ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 19 MARS 1906,

PRÉSIDENCE DE M. H. POINCARÉ.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

ASTRONOMIE. — *Observations de nébuleuses.* Note de M. **Bigourdan.**

J'ai l'honneur de présenter à l'Académie un fascicule de mes observations de nébuleuses, celui qui renferme les mesures de ces astres distribués entre 0^h0^m et 2^h0^m d'ascension droite.

Ces observations, commencées en 1884, ont toujours été continuées depuis; mais leur publication n'a pu se faire méthodiquement, à cause de la très inégale répartition des nébuleuses. Elles formeront cinq Volumes, dont deux, les Tomes IV et V ($14^h0^m - 24^h0^m$), ont déjà paru; le présent fascicule forme la seconde Partie du Tome I; quant à la première Partie de ce Tome I, elle comprendra l'Introduction, renfermant la description de l'instrument employé, la méthode de mesure et les constantes qui auront servi aux réductions, de manière que tous les calculs puissent être vérifiés.

Prochainement paraîtra aussi le Tome II ($2^h0^m - 9^h0^m$). Ensuite, il ne restera donc à publier, outre l'Introduction, que le Tome III, correspondant aux ascensions droites $9^h0^m - 14^h0^m$.

CHIMIE MINÉRALE. — *Sur la distillation du titane et sur la température du Soleil.* Note de M. **Henri Moissan.**

Dans des recherches précédentes, nous avons démontré que, dans notre four électrique, l'or, le cuivre et les métaux de la famille du platine dis-

tillaient avec une grande facilité, que, de même, les métaux de la famille du fer, bien qu'il fût nécessaire d'augmenter l'intensité du courant, pouvaient tous être maintenus pendant un temps plus au moins long à leur température d'ébullition. Parmi ces derniers, le molybdène et le tungstène ont exigé une intensité électrique très grande, mais ils ont pu cependant être régulièrement distillés. En un mot, il n'existe pas de métal qui ne puisse être liquéfié et distillé.

Nous avons établi depuis longtemps que, parmi les métalloïdes réfractaires, le bore et le carbone, chauffés à la haute température du four électrique et à la pression atmosphérique, passaient de l'état solide à l'état gazeux sans prendre l'état liquide. Au contraire, parmi les métalloïdes, le titane, que nous avons pu préparer au four électrique ([1]), prend, à cette haute température, l'état liquide. Nous avons démontré que, préparé par cette méthode nouvelle, le titane renfermait encore un minimum de 2 pour 100 de carbone.

Volatilisation du titane. — Nous avons utilisé, dans ces expériences, le dispositif décrit antérieurement et sur lequel nous ne reviendrons pas. 500^g d'une fonte de titane, préparés au four électrique et renfermant 3,2 pour 100 de carbone, ont été chauffés au four électrique avec un courant de 500 ampères sous 110 volts pendant 5 minutes. Le titane ne fournit de vapeur qu'à partir de la quatrième minute. Après l'expérience, le creuset renferme une masse dont la partie supérieure a été nettement fondue, mais qui n'a pas conservé l'horizontalité d'une surface liquide. Le carbure de titane fondu avait grimpé le long des parois du creuset sous forme d'une masse pâteuse qui tendait à retomber au milieu du creuset. La surface de ce carbure présente une couleur jaunâtre et est recouverte d'une couche fondue d'acide titanique. Au-dessous, la cassure laisse voir le carbure d'aspect brillant et les fragments qui se trouvent au fond du creuset sont soudés les uns aux autres et incomplètement fondus. D'après le poids de la fonte de titane qui reste dans le creuset, et d'après la quantité de carbone qu'elle contient, nous n'avons distillé que 9^g de ce métalloïde.

Tout autour du creuset et sur la chaux du four, on rencontre un abondant dépôt jaune d'un azoture de titane. La même substance va se trouver aussi sur les électrodes. La chaux, qui a été fondue à l'intérieur du four, est colorée en jaune beaucoup plus clair.

([1]) H. MOISSAN, *Préparation et propriétés du titane* (*Annales de Chimie et de Physique*, 7e série, t. IX, 1896, p. 229).

Sur le tube froid, on trouve un dépôt brillant d'apparence métallique reproduisant exactement la forme du tube et mélangé, çà et là, de chaux plus ou moins colorée en jaune pâle. L'examen de cette matière, au microscope, surtout lorsqu'elle est fortement éclairée par un rayon de soleil, montre qu'elle est formée de très petits cristaux de titane, de cristaux jaunes d'azoture et de chaux soit amorphe, soit cristallisée. Sur les parties du tube, voisines des orifices du four, on rencontre aussi de petits cristaux bleus de protoxyde de titane. La formation d'azoture de titane ne doit pas nous surprendre étant donnée la facilité avec laquelle le titane fixe ce métalloïde. On sait en effet qu'une des grandes difficultés de la préparation du titane consiste dans sa puissante affinité pour l'azote et pour l'oxygène. A côté de ces lames minces de titane, on rencontre aussi de petites sphères de ce corps simple qui sont, le plus souvent, recouvertes d'une couche de chaux. En les traitant par l'acide acétique étendu, on voit que ces sphérules sont parfois hérissées de petits cristaux.

Nous avons répété l'expérience précédente avec 150^g de titane carburé dans les mêmes conditions de temps et de courant. Nous avons obtenu une distillation de 11^g de titane, ce qui est comparable à l'expérience précédente. Une autre expérience, d'une durée de 6 minutes, nous a donné une volatilisation de 17^g.

Pour obtenir une distillation abondante, nous avons employé un courant plus intense. 300^g de titane ont été chauffés pendant 7 minutes avec un courant de 1000 ampères sous 55 volts. Les vapeurs apparaissent après 3 minutes et elles sont abondantes à la cinquième minute. Le tube froid a été recouvert d'une croûte épaisse formée de chaux et de titane distillés. Les fragments de titane, placés dans le creuset, ont été complètement fondus, mais la masse du carbure, après refroidissement, présente encore une surface qui n'est pas horizontale comme pourrait la fournir une masse pâteuse de verre soulevée par de grosses bulles de vapeurs. Dans cette expérience, nous avons distillé 110^g de titane.

Le mélange de titane et de chaux, condensé sur le tube froid, a été traité par l'acide acétique étendu pendant 48 heures, de façon à dissoudre la presque totalité de la chaux. Ce titane s'attaque lentement par l'acide chlorhydrique concentré et bouillant. De même, l'acide azotique et l'acide sulfurique à chaud ne l'attaquent qu'avec difficulté. Ce titane se combine au chlore à la température de 340°, tandis que la fonte de titane, réduite en poudre très fine, devient incandescente dans le chlore à + 350°. Le titane distillé brûle dans l'oxygène au rouge sombre. L'ensemble de ces

propriétés est donc comparable à celui que nous a fourni la fonte de titane.

Conclusions. — En résumé, bien que son point d'ébullition soit très élevé, le titane, de même que le fer, l'uranium, le tungstène et le molybdène, peut être distillé avec régularité.

Cet ensemble d'expériences sur la distillation des métalloïdes et des métaux nous conduit à une conclusion plus importante.

On sait quelles difficultés présente la détermination de la température de la surface solaire et combien les astronomes et les physiciens sont peu d'accord sur ce sujet.

Après que Waterston, le P. Secchi, Ericsson eurent indiqué des températures qui parurent illogiques, les expériences de Pouillet, de Soret, de Desains, puis la discussion de Vicaire, fixèrent cette température du Soleil de 1398° à 1700°C. Les déterminations de la constante solaire de M. Crova s'ajoutèrent à celles de Pouillet, puis les expériences poursuivies par notre confrère M. Violle vinrent apporter sur ce point de nouvelles conclusions.

Par deux méthodes différentes, M. Violle fut amené à conclure que la température moyenne probable de la surface solaire était comprise entre 2000° et 3000° C. [1].

Plus récemment, M. W.-L. Wilson vient de publier des recherches sur ce sujet. En appliquant à ses déterminations le coefficient de transmission de Langley, lorsque le Soleil est au zénith et en le comparant à celui de Rosetti, la température de la surface solaire serait de 6085° absolus. En admettant aussi que la perte due à l'absorption par l'atmosphère solaire fût de un tiers, la température du Soleil serait de 6863° absolus [2].

Sans avoir la prétention de résoudre une question aussi difficile, nos expériences y apportent cependant une modeste contribution.

Quelle que soit la forme extérieure de la partie visible du Soleil, nous savons que cet astre est formé des mêmes corps simples que la Terre ou plutôt que la plupart des corps simples qui se trouvent sur la surface terrestre se rencontrent aussi dans le Soleil. D'après les recherches spectroscopiques de Thalen, de Cornu, d'Hasselberg, le titane existe dans le Soleil de même que le fer, le chrome, le manganèse et le tungstène. Il est bien vraisemblable que le Soleil, à cause même de la grande quantité de chaleur

---

[1] Violle, *Comptes rendus*, t. LXXVIII, 1874, p. 1425 et 1816; t. LXXIX, 1874, p. 746; t. LXXXII, 1876, p. 662, 729 et 896.

[2] Wilson, *The effective temperature of the Sun* (*Proceedings of the Royal Society*, t. LXIX, 1902, p. 312).

qu'il rayonne, ne peut être formé seulement de matières gazeuses et qu'il doit contenir un noyau solide ou liquide (¹). Nous venons d'amener à l'état gazeux, au moyen de l'arc électrique, tous les corps simples ou composés que l'on peut obtenir à la surface de la Terre. Or, la température maximum de l'arc électrique a été mesurée par M. Violle et reconnue voisine de 3500°. A cette température, tous les corps connus sont donc gazeux et, par suite, la température du Soleil ne devrait pas s'élever au-dessus de 3500°. Mais, nos expériences ayant été faites à la pression atmosphérique, il va de soi que des pressions plus grandes pourront modifier les phénomènes d'ébullition des différents corps simples ou composés. Seulement, ces températures seront loin d'atteindre les chiffres beaucoup trop élevés indiqués autrefois et elles oscilleront vraisemblablement entre le chiffre de M. Wilson, 6590°C., et ceux de M. Violle compris entre 2000° et 3000°C. en se rapprochant vraisemblablement de ces derniers.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Benzyl- et phénylbornéols et leurs produits de déshydratation, les benzyl- et phénylcamphènes.* Note de MM. **A. Haller** et **E. Bauer.**

On sait que les bornéols et isobornéols fournissent, par déshydratation, des camphènes qui, traités par de l'acide acétique ou de l'acide formique, seuls ou en présence d'acide sulfurique, donnent naissance à des éthers sels d'isobornéols.

Les recherches présentes ont eu pour but de préparer les benzylbornéols secondaires et les benzyl- et phénylbornéols tertiaires, ainsi que leurs produits de déshydratation, les benzyl- et phénylcamphènes.

Les *benzylbornéols secondaires* sont des produits de réduction du benzylcamphre. Ils seront représentés par la formule

$$C^8H^{14}\left\langle\begin{array}{l}CH - CH^2 - C^6H^5\\ \mid \\ CHOH\end{array}\right. .$$

Quant aux benzyl- et phénylbornéols tertiaires, leur mode de formation au moyen des composés organomagnésiens du chlorure de benzyle et du

(¹) Birkeland, *Sur la constitution physique du Soleil* (*Congrès international de Physique de Paris*, t. III, 1900, p. 471).

bromure de phényle, et la facilité avec laquelle ils se déshydratent leur assignent les formules suivantes :

$$C^8H^{14}\left\langle\begin{array}{l}CH^2\\ |\\ C\left\langle\begin{array}{l}CH^2.C^6H^5,\\ OH\end{array}\right.\end{array}\right. \qquad C^8H^{14}\left\langle\begin{array}{l}CH^2\\ |\\ C\left\langle\begin{array}{l}C^6H^5.\\ OH\end{array}\right.\end{array}\right.$$

Il en résulte que les produits de déshydratation des deux séries d'alcools substitués secondaires et tertiaires seront, les premiers, des *benzylcamphènes* α, si nous conservons au groupement CH^2 du camphre la dénomination α, tandis que les seconds s'appelleront des *benzyl-* et *phénylcamphènes* β, si nous désignons le carbone du radical CO du camphre par la lettre β.

$$\underbrace{C^8H^{14}\left\langle\begin{array}{l}C-CH^2C^6H^5\\ \|\\ CH\end{array}\right.}_{\text{Benzylcamphène }\alpha.}, \quad \underbrace{C^8H^{14}\left\langle\begin{array}{l}CH\\ \|\\ C-CH^2C^6H^5\end{array}\right.}_{\text{Benzylcamphène }\beta.} \quad \text{ou} \quad C^8H^{14}\left\langle\begin{array}{l}CH^2\\ |\\ C=CH.C^6H^5\end{array}\right. .$$

Benzylbornéols secondaires α : $C^8H^{14}\left\langle\begin{array}{l}CH.CH^2C^6H^5\\ |\\ CHOH\end{array}\right.$. — La réduction du benzylcamphre se fait au sein de l'alcool absolu et avec un grand excès de sodium (3 à 4 fois la quantité théorique), de façon à éviter la présence du produit primitif qu'il serait très difficile de séparer. Au lieu du benzylcamphre, on peut partir directement du benzylidènecamphre, à la condition de reprendre la réduction à trois ou quatre reprises.

Dans les deux cas les rendements sont quantitatifs.

Après avoir lavé à l'eau et desséché le produit, on le rectifie dans le vide et l'on obtient une huile très visqueuse, passant de 179° à 181° sous 13^{mm}.

Sa densité $D_4^{18} = 1,1325$ et son pouvoir rotatoire $[\alpha]_D = +26°10'$.

La *phényluréthane* cristallise en croûtes blanches, au sein d'un mélange d'éther et d'éther de pétrole, et fond à 116°-118°. Son pouvoir rotatoire $[\alpha]_D = -21°17'$.

Le phtalate acide du benzylbornéol α : $C^8H^{14}\left\langle\begin{array}{l}CH\,CH^2C^6H^5\\ |\\ CH\,O\,CO\,C^6H^4-CO^2H\end{array}\right.$, préparé en chauffant l'alcool benzylé à 200°, avec de l'anhydride phtalique, et isolé par les procédés usuels, se présente sous la forme de cristaux fondant à 146° et dont le pouvoir rotatoire en solution alcoolique $[\alpha]_D = +46°8'$.

Saponifié par la potasse, ce phtalate fournit du benzylbornéol dont le pouvoir rotatoire est sensiblement supérieur à celui du benzylbornéol primitif.

Benzylcamphène α : $C^8H^{14}\left\langle\begin{array}{l}CHCH^2C^6H^5\\ \|\\ CH\end{array}\right.$. — La déshydratation du benzyl-

bornéol secondaire a été effectuée de différentes manières. Elle se produit d'abord dans le traitement du benzylbornéol par de l'anhydride phtalique. La liqueur éthérée de laquelle on a retiré, au moyen de la potasse et puis de l'eau, les sels de soude des acides phtalique et benzylbornéolphtalique retient des quantités notables d'un carbure distillant à 170°-171° sous 20mm, et qui présente la composition du benzylcamphène.

D'autre part, quand on traite à froid le benzylbornéol par de l'acide formique anhydre, on obtient d'abord des cristaux très instables, et à la température de l'ébullition du mélange, il se produit une déshydratation partielle. On peut, en effet, recueillir par distillation fractionnée un liquide bouillant à 160°-161° sous 10mm et qui a la composition du benzylcamphène. Les autres portions, soumises à la saponification, ont fourni un produit qui se combine de nouveau à l'acide phtalique pour donner naissance à un phtalate acide de benzylbornéol.

On a enfin cherché à déshydrater le benzylbornéol α au moyen de l'acide pyruvique, à une température de 130°-140°. L'opération a fourni une portion de liquide distillant de 157° à 160° sous 10mm, liquide qui était encore constitué par du benzylcamphène α.

On a isolé en outre une partie, distillant dans le vide au-dessus de 200°, sans doute formée par du pyruvate de benzylbornéol, mais qui n'a toutefois pas donné de semicarbazone. Ce pyruvate, saponifié par de la potasse alcoolique, a permis de régénérer du benzylbornéol.

La manière dont se comporte cet alcool vis-à-vis des acides formique et acétique, ainsi que vis-à-vis de l'anhydride phtalique, tous composés qui agissent, à des degrés divers, comme déshydratants, prouve nettement que le benzylbornéol est un mélange de benzylbornéol droit et de son stéréoisomère le benzylisobornéol.

Ces deux corps présentent donc l'un vis-à-vis de l'autre les mêmes rapports que le bornéol ordinaire et l'isobornéol. Or on sait que l'isobornéol se déshydrate très facilement sous l'influence des acides formique et pyruvique (Bouveault et Blanc), tandis que le bornéol s'éthérifie dans ces conditions, pour donner naissance à du formiate et à du pyruvate de camphol.

Nous croyons donc devoir conclure que les benzylcamphènes α obtenus dans les différentes opérations que nous venons d'énumérer, ont surtout été formés aux dépens du benzylisobornéol. Suivant leur origine, ils ont d'ailleurs un pouvoir rotatoire différent.

Carbure obtenu avec l'anhydride phtalique.......	$[\alpha]_D = + 8°20'$
» préparé avec l'acide formique...........	$[\alpha]_D = + 5°20'$
» obtenu avec l'acide pyruvique..........	$[\alpha]_D = + 1°25'$

β-Benzylbornéol tertiaire $C^8H^{14}\left\langle\begin{array}{l} CH^2 \\ | \\ C\left\langle\begin{array}{l} CH^2C^6H^5 \\ OH \end{array}\right. \end{array}\right.$. — A une solution éthérée de bromure de phénylmagnésium, préparé d'après les procédés usuels, on ajoute les trois quarts de la quantité théorique de camphre dissous dans l'éther et l'on chauffe le mélange dans un ballon muni d'un réfrigérant ascendant. Au bout de 6 à 8 heures d'ébullition, on décompose le produit par de l'eau acidulée, on décante, on lave la liqueur éthérée avec une solution de carbonate de soude et l'on distille l'éther. Le résidu est ensuite soumis à un fractionnement dans le vide. Jusqu'à 110°-115° sous 10^{mm}, il passe principalement du camphre. De 120° à 150° on recueille une petite quantité de liquide qui se prend en masse et qui est constitué par du dibenzyle.

Le benzylbornéol tertiaire distille enfin de 165° à 175°, sous la même pression. Une seconde rectification le fournit à l'état pur sous la forme d'une huile passant de 169° à 170° sous la pression de 10^{mm} à 11^{mm}.

En solution dans l'alcool absolu, ce composé possède le pouvoir rotatoire $[\alpha]_D = -12°,0$. Il ne se combine pas avec l'isocyanate de phényle.

Il se dissout dans l'acide formique anhydre en donnant un liquide qui ne tarde pas à se prendre en une masse cristalline. Essorés et placés sous une cloche contenant de l'acide sulfurique et de la potasse solide, ces cristaux se liquéfient rapidement.

β-Benzylcamphène $C^8H^{14}\left\langle\begin{array}{l} CH \\ \| \\ C - CH^2 - C^6H^5 \end{array}\right.$. — Cet isomère de l'α-benzylcamphène se prépare facilement en déshydratant à chaud le benzylbornéol tertiaire, soit avec de l'acide pyruvique, soit avec de l'acide formique anhydre, soit enfin avec de l'anhydride phtalique.

Le benzylcamphène distille entre 150° et 161° sous 11^{mm}, et cristallise au sein de la glace en aiguilles blanches fusibles à 24° et possédant en solution alcoolique le pouvoir rotatoire $[\alpha]_D = -60°\text{-}44°$.

Traité par une solution acétique d'acide bromhydrique, le benzylcamphène-β fournit un produit d'addition qui se dépose, au bout de quelques semaines, sous la forme de cristaux blancs fondant à 63°-64°.

Ce carbure se combine également au brome en donnant une huile jaune incristallisable qui dégage de l'acide bromhydrique.

Une solution de permanganate de potasse oxyde à froid le β-benzylcamphène dissous dans l'acétone, en acides benzoïque et camphorique.

Le β-benzylcamphène fondant à 24° n'est pas le seul carbure qui se forme dans la déshydratation du benzylbornéol tertiaire. Nous avons, en

effet, séparé des cristaux une huile qui paraît être un isomère liquide encore mélangé du produit solide.

Il est probable que l'un de ces deux composés répond à la formule (I) et le second à la formule de constitution (II)

$$\text{(I)}\quad C^8H^{14}\begin{cases} CH \\ \parallel \\ C - CH^2C^6H^5, \end{cases} \qquad \text{(II)}\quad C^8H^{14}\begin{cases} CH^2 \\ | \\ C = CH.C^6H^5. \end{cases}$$

Le premier serait du β-benzylcamphène, tandis que le second pourrait être considéré comme du benzylidène hydrocamphène.

Phénylbornéol tertiaire $C^8H^{14}\begin{cases} CH^2 \\ | \\ C\begin{cases} C^6H^5 \\ OH \end{cases} \end{cases}$. — Préparé comme le benzylbornéol tertiaire, ce composé se présente d'abord sous la forme d'une huile distillant entre 157°-158° sous 12mm, huile qui ne tarde pas à se prendre en une masse de cristaux fondant à 40°-41°.

Les rendements en alcool sont environ de 25 à 30 pour 100 de la théorie, la majeure partie du camphre se trouvant régénérée à la fin de l'opération.

β-Phénylcamphène $C^8H^{14}\begin{cases} CH^2 \\ \parallel \\ C - C^6H^5 \end{cases}$. — Ce carbure s'obtient quantitativement quand on chauffe le phénylbornéol tertiaire avec de l'acide pyruvique.

Il constitue un liquide huileux distillant à 138°-141° sous une pression de 10mm. Sa densité $D_{11}^{18} = 0,9736$ et son pouvoir rotatoire $[\alpha] = +7°15'$.

Nous nous proposons de continuer l'étude de ces dérivés du camphre.

MINÉRALOGIE. — *Sur les facies de variation de certaines syénites néphéliniques des îles de Los*. Note de M. A. LACROIX.

J'ai appelé récemment l'attention de l'Académie [1] sur les syénites néphéliniques constituant les îles de Los. Depuis lors, M. Villiaume a bien voulu effectuer des recherches méthodiques dans ce petit archipel, afin de recueillir de nouvelles collections, ainsi que les renseignements qui m'étaient nécessaires. L'étude de ces documents me permet de mon-

(1) *Comptes rendus*, t. CXLI, 1905, p. 984. Une partie des roches étudiées dans cette première Note m'ont été obligeamment envoyées par M. Dufossé.

trer l'existence dans ces îles de minéraux (¹) et de types pétrographiques fort rares, qui se prêtent à quelques déductions théoriques. Il apparaît tout d'abord que les pegmatites y constituent moins souvent de véritables filons que des taches, des traînées, des veines irrégulières, produites par l'exagération locale des dimensions des éléments habituels des syénites néphéliniques et par l'apparition de quelques minéraux spéciaux; ainsi s'explique l'analogie de composition minéralogique, que j'ai signalée antérieurement, entre les roches normales et les pegmatites provenant d'une même localité.

L'étude détaillée de cette série pétrographique devant faire l'objet d'un Mémoire étendu, je ne m'occuperai dans cette Note que des *facies de variation* des roches de l'île de Ruma qui ont une importance théorique toute spéciale.

Le type normal est une syénite néphélinique (²), leucocrate, qui doit son cachet spécial à ce que la låvénite, l'astrophyllite, l'ægyrine et souvent l'arfvedsonite y existent à peu près en égale quantité. La structure est foyaitique; la néphéline et la sodalite remplissent les intervalles des feldspaths alcalins, mais elles sont parfois en partie remplacées par de l'*eudialyte* rouge. Ce minéral, rencontré jusqu'à ce jour dans un si petit nombre de gisements, forme des plages zonées ou à structure irrégulière, de signe optique alternativement inverse, réunies par une bande isotrope par compensation. Quand le minéral est coloré en lames minces, il est d'un rose fleur de pêcher et alors extrêmement pléochroïque, avec maximum suivant l'axe c, quel

---

(¹) Parmi les minéraux rares de ces roches, je ne citerai ici que la *wöhlérite*, parce qu'elle n'est guère connue jusqu'à présent que dans le Langesundfjord; elle se rencontre en fort petits cristaux dans les pegmatites à barkévicite de l'île de Tamara. Sa détermination a été rendue possible, grâce à une propriété optique sur laquelle je crois bon d'appeler l'attention à cause de la difficulté de spécification de ce siliconiobate. La wöhlérite présente cette macle, parallèle à la face d'aplatissement $h^1(100)$, si fréquente dans les silicates monocliniques. Le plan des axes optiques étant normal à $g^1(010)$ et la bissectrice aiguë négative faisant dans cette face un angle d'environ 45° avec l'axe vertical, on voit qu'une section perpendiculaire à la bissectrice aiguë de l'un des individus de la macle est conjuguée à une section du second cristal, sensiblement parallèle au plan des axes optiques. Les sections de ce genre se reconnaissent aisément dans les coupes minces de roches, grâce à la différence de biréfringence ($n_g - n_m = 0{,}010$ et $n_g - n_p = 0{,}026$) des deux composants, dont l'extinction se fait suivant la ligne de macle (zone de symétrie).

(²) C'est la syénite néphélinique à ægyrine de ma première Note.

que soit le signe optique; cette coloration est rarement uniforme, elle affecte la forme de taches, soit sur les bords, soit autour d'inclusions (auréoles pléochroïques). L'eudialyte est fréquemment transformée en un autre silicate, plus riche en zircone, la *catapléite,* selon le mode déjà observé par M. Ussing dans les roches similaires du Groenland et par moi-même dans celles de Madagascar. La catapléite incolore est dans certains échantillons accompagnée de *fluorine* violette.

La syénite néphélinique est très hétérogène; indépendamment de parties pegmatiques ou à grains fins de même composition, on y rencontre en effet avec abondance deux catégories de facies de variation, qui ne peuvent s'expliquer que par des phénomènes de différenciation. Les uns consistent en taches ou traînées irrégulières passant insensiblement au type moyen, les autres constituent des amas à contours très distincts qui montrent à l'occasion une structure concentrique.

Facies de variation à contours indistincts. — Deux cas se présentent. Le plus fréquent consiste en une roche à grain serré et de couleur un peu plus foncée que le type normal. Les feldspaths y sont plus aplatis; ils ressemblent à de grands microlites que moulent ou enveloppent ophitiquement ou poecilitiquement l'ægyrine, l'arfvedsonite, l'astrophyllite et la låvénite; la fluorine incolore abonde, la *galène* a été observée plusieurs fois. Cette roche offre la plus grande analogie de structure avec celle qui constitue des filons minces dans les syénites des îles Tamara et Kassa.

Le facies de variation le plus remarquable est de nature différente; le grain et la proportion des éléments colorés sont ceux du type normal, mais le caractère distinctif réside dans la très grande abondance de la sodalite, d'un jaune de miel, possédant des clivages dodécaédriques lamelleux.

Facies de variation à contours distincts. — Sur la côte nord de l'île se rencontre, au milieu de la syénite normale, une traînée mesurant $20^{m} \times 2^{m} \times 0^{m},15$, et présentant une structure singulière. La partie centrale est constituée par une roche rubanée ou schisteuse, devant sa couleur, d'un vert presque noir, à d'innombrables aiguilles d'ægyrine, sur lesquelles se détachent des lames d'astrophyllite et çà et là des taches d'*eudialyte* d'un rouge foncé. Par places, la roche perd son rubanement et devient porphyroïde, grâce à l'abondance de gros cristaux de néphéline d'un jaune rosé et parfois d'énormes cristaux d'arfvedsonite. La structure intime, ainsi que la composition minéralogique de ces roches riches en ægyrine, sont celles d'un type rare de syénite néphélinique, la *lujavrite,*

qui n'a été trouvée jusqu'ici que dans la presqu'île de Kola et au Groenland.

A l'inverse de ce qui se passe dans les syénites normales de Ruma, l'ægyrine y est toujours automorphe et aciculaire, et elle est englobée par les feldspaths et la néphéline. Les feldspaths dominent dans les parties à éléments fins, la néphéline dans les variétés porphyroïdes, qui renferment, en outre, de la sodalite, généralement transformée en mésotype. L'eudialyte est toujours xénomorphe, elle englobe ophitiquement les autres éléments de la roche; elle est très inégalement répartie, elle peut constituer plus de 20 pour 100 de la syénite et abonde surtout quand la néphéline est rare; elle présente des pseudomorphoses en catapléite.

Ces divers types de lujavrite sont séparés de la syénite normale par une zone de pegmatite hololeucocrate à grands éléments, essentiellement constituée par des lames feldspathiques aplaties et palmées, avec çà et là d'énormes cristaux de néphéline verdâtre et quelques rares aiguilles ou lamelles des minéraux colorés habituels.

Les analyses suivantes ont été effectuées par M. Pisani : *a*, pegmatite très feldspathique; *b*, type normal à grains fins; *c*, id. à plus gros éléments; *d*, lujavrite à grosses néphélines; *e*, lujavrite schisteuse à eudialyte; *f*, syénite riche en sodalite.

	a.	*b.*	*c.*	*d.*	*e.*	*f.*
SiO^2	61,81	56,10	55,15	54,75	57,95	48,10
Al^2O^3	19,20	21,80	20,50	19,90	13,80	24,20
Fe^2O^3	0,73	2,26	1,84	4,00	5,72	1,11
FeO	1,64	0,87	1,73	1,64	1,73	2,47
MnO	0,05	0,58	0,59	0,72	2,76	0,48
MgO	0,52	0,83	0,55	0,52	0,53	0,51
CaO	0,20	0,88	0,55	0,18	1,43	0,45
Na^2O	7,90	9,85	11,00	11,30	8,95	15,20
K^2O	6,75	4,35	4,91	2,82	2,71	3,00
H^2O	1,00	1,66	2,25	3,38	1,71	1,20
Cl	0,54	0,45	0,49	»	0,17	2,80
TiO^2	0,06	0,21	0,34	0,35	0,55	0,13
ZrO^2	tr.	0,31	n. d.	0,26	1,57	traces
	100,30	100,15	100,15	99,82	99,58	99,45

Les caractéristiques chimiques communes à toutes ces roches consistent dans leur richesse en alcalis, avec prédominance de la soude, dans leur pauvreté en chaux et en magnésie, dans la présence constante et la teneur parfois élevée en zircone et en manganèse. Sauf une exception, *f*, les variations de la silice sont faibles; le type le plus foncé est plus siliceux

que le type moyen, pauvre en minéraux colorés. Le pourcentage en alumine varie en sens inverse dans les deux termes les plus différenciés *e* et *f*; la lujavrite est plus riche en fer, en manganèse, en chaux et en zircone, ce qui entraîne la production abondante d'ægyrine et d'eudialyte, tandis que la roche à sodalite se distingue par sa richesse en soude et sa faiblesse en silice.

La considération des paramètres magmatiques (Michel Lévy) permet de serrer de plus près l'air de famille de ces roches : Φ varie de 0,88 (*f*) à 1,42 (*b*); $\Psi > 4$. Sauf dans *c*, la chaux n'est pas feldspathisée par suite de la présence d'un excès de soude, enfin le rapport (*r*) de la potasse à la soude oscille entre 0,2 (*f*) et 0,8 (*a*).

Dans la classification chimico-minéralogique quantitative, les quatre premières roches appartiennent au même ordre (6e), au même rang (1er), au même subrang (4e); *a* et *b* d'une part, *c* et *d* d'une autre, se distinguent les unes des autres par la teneur en éléments ferrugineux virtuels, plaçant les deux premières dans la première classe (*miaskose*) et les autres dans la seconde (*laurdalose*). Le type le plus mésocrate de lujavrite (*e*) s'en distingue par sa pauvreté en néphéline, qui le rattache au quatrième ordre (*pantellerose*). Enfin, la syénite, riche en sodalite, prend une place qui n'est encore occupée par aucune roche connue (I.8, I.5); elle est dans la première classe l'équivalent de la *tavite* dans la troisième.

Le grand intérêt de l'étude des roches à néphéline réside dans la multiplicité des types pétrographiques qu'elles présentent, types qui s'associent souvent d'une façon différente dans des régions distinctes en contribuant ainsi à constituer l'air de famille caractéristique de la province pétrographique. Plus ces types sont spéciaux, et plus il est remarquable de les rencontrer associés et unis par les mêmes relations dans des régions éloignées les unes des autres : aussi, à ce point de vue, une comparaison s'impose-t-elle entre les roches qui nous occupent et celles qui forment les massifs syénitiques de la presqu'île de Kola si bien étudiés par MM. Hackmann et Ramsay.

La syénite normale de Ruma possède la même structure et beaucoup des particularités minéralogiques de la *chibinite* d'Umptek. Celle-ci se rapporte soit exactement au même type chimico-minéralogique (miaskose) que quelques-unes de mes roches, soit à un type très voisin de celui des autres, mais plus riche en néphéline et ne différant de la laurdalose que par l'ordre (II.7.1.4 = *chibinose*). L'analogie n'est pas moins frappante pour cette roche si spéciale qu'est la lujavrite ; elle se poursuit aux points de vue

chimique, minéralogique et structurel. Toutefois, tandis que les lujavrites de Laponie se rapportent exclusivement au type laurdalose, celles de Ruma appartiennent soit à ce type, soit à la pentellerose (4e ordre au lieu du 6e), sans que pour cela les caractéristiques minéralogiques essentielles (abondance et forme de l'ægyrine, fréquence de l'eudialyte) soient modifiées ([1]). L'examen microscopique fait penser que l'analyse d'un plus grand nombre d'échantillons de lujavrites de Ruma, convenablement choisis, mettrait en évidence l'existence de types d'une richesse intermédiaire en néphéline et appartenant au cinquième ordre (*umptekose*). Notons enfin qu'à Ruma la lujavrite forme des enclaves dans le type normal, de même qu'à Lujavr Urt, cette roche constitue le centre du massif, qu'entoure la chibinite d'Umptek. Quant au facies riche en sodalite, je viens de faire remarquer qu'il représente en Afrique la forme presque hololeucocrate de la tavite d'Umptek.

En résumé, on peut donc considérer les facies de variation des syénites néphéliniques des îles de Los comme la reproduction en miniature de roches qui, en Laponie, forment individuellement des massifs distincts et constituent par suite une véritable série pétrographique. Ils précisent ainsi les relations génétiques que ces dernières roches présentent entre elles.

ZOOLOGIE. — *Sur les* Gennadas *ou Pénéides bathypélagiques.* Note de M. **E.-L. Bouvier.**

Les *Benthesicymus* et les *Gennadas* sont des Pénéides abyssaux; ils présentent entre eux les affinités les plus étroites, mais se tiennent à des niveaux très différents, ainsi qu'on peut s'en convaincre par l'examen des matériaux recueillis par S. A. le Prince de Monaco à bord de la *Princesse-Alice*. Quand on explore les abysses avec des engins de fond, chalut ou drague, on ramène parfois des *Benthesicymus* et, dans certains cas, quelques rares *Gennadas*; par contre, avec le filet vertical à grande ouverture, pêchant entre deux eaux, on obtient des *Gennadas* en abondance, mais pas un seul *Benthesicymus*. De ce fait on pourrait déjà conclure que les *Benthesicymus* appartiennent à la faune abyssale des fonds et les *Gennadas* à la faune pélagique ou bathypélagique.

([1]) On voit donc qu'en moyenne les roches de Laponie sont plus riches en néphéline que celles de Lot, ce qui est une conséquence d'une teneur un peu plus faible en silice.

En ce qui concerne les *Benthesicymus*, cette conclusion paraît justifiée par les récoltes des dernières campagnes d'exploration abyssale; mais il convient d'ajouter que les *Benthesicymus* semblent être assez bons nageurs et qu'ils peuvent vraisemblablement s'éloigner à quelque distance du fond sous-marin.

La distribution bathymétrique des *Gennadas* demande à être étudiée de plus près; car on ramène quelquefois ces Pénéides au chalut; dans des cas très rares on les a pris à la surface et ils sont rapportés en grand nombre par le filet vertical qui capture, comme on sait, les espèces pélagiques et bathypélagiques.

Pour résoudre ce problème, adressons-nous d'abord à une espèce très répandue dans nos régions, le *Gennadas elegans* S.-I. Smith, qui a été trouvé par l'*Albatros* entre la Floride et la latitude de New-York (pêches de 822^m à 4264^m), par le *Blake* dans la mer des Antilles (800^m), par l'*Oceania* au large de l'Irlande (2538^m), par les expéditions monégasques dans la mer des Sargasses, les eaux açoréennes, l'Atlantique oriental depuis les îles du cap Vert et dans la Méditerranée (1000^m à 4500^m), enfin par plusieurs zoologistes italiens, MM. Riggio, Monticelli et Lo Bianco, entre Messine et Naples.

Les exemplaires capturés par MM. Monticelli et Lo Bianco dans le golfe de Naples provenaient du plankton superficiel ou peu profond (200^m au plus); étudiés avec grand soin et beaucoup de finesse, ils furent reconnus comme appartenant aux stades évolutifs de l'espèce, depuis la forme protozoé jusqu'à l'état très jeune qui fait suite au stade mysis. La même année (1900), M. Riggio signalait des adultes dans le plankton superficiel des environs de Messine.

Utilisant les recherches précédentes et celles effectuées par le *Maja* et le *Puritan*, au large de Capri, M. Lo Bianco (1902, 1904) parvint à mettre en lumière les migrations bathymétriques du *G. elegans* au cours de son développement. Ayant observé que les jeunes en aquarium nagent la tête en bas et la queue en haut comme pour descendre plus bas, il pense que notre *Gennadas* « est une forme abyssale typique » et que, après avoir traversé tous les stades larvaires dans les couches voisines de la surface, ses jeunes « se dirigent dans les profondeurs pour atteindre le lieu normal d'habitat de l'espèce », les adultes pris à Messine ayant sans doute été ramenés à la surface par les forts courants de profondeur qui se font sentir dans le détroit. « Cette conclusion, dit l'auteur, est complètement justifiée

par les récoltes de *Maja*, qui comprennent 32 spécimens capturés par un filet bathypélagique ouvert, auquel on avait donné 1000^m à 1500^m de câble. A des profondeurs plus faibles, la pêche fut vaine; avec 1000^m de câble, elle donna un adulte; avec 1500^m, 6 autres adultes et quelques jeunes ». Le *Puritan* captura ce *Gennadas* en 25 stations différentes; avec 600^m de câble, il prit une fois des jeunes; mais, pour obtenir des adultes, on dut filer au moins 1100^m.

Les résultats obtenus par Son Altesse confirment et précisent le jugement de M. Lo Bianco. En effet, au cours des campagnes de l'*Hirondelle* et surtout de la *Princesse-Alice*, le *G. elegans* fut capturé 30 fois, avec des différences de taille et d'âge qui sont résumées dans le Tableau suivant :

De 0^m à 1000^m........	3 opérations,	4	exemplaires	dont 1	adulte
» 0 à 1500........	7 »	55	»	2	adultes
» 0 à 2000........	7 »	39	»	7	»
» 0 à 2500........	6 »	41	»	9	»
» 0 à 3000........	6 »	10	»	2	»
» 0 à 3500........	1 »	20	»	0	»

soit au total :

De 0^m à 1000^m.......	1 adulte pour	3 opérations,	ou 0,33	pour 100
» 0 à 2000.......	9 »	14 »	» 0,64	»
» 0 à 3500.......	11 »	13 »	» 0,84	»

d'où l'on peut conclure que le nombre des adultes capturés augmente à mesure qu'on s'éloigne du niveau de 1000^m pour descendre vers les profondeurs.

Ce résultat concorde parfaitement avec le principe établi par M. Lo Bianco, et l'on en peut dire autant de la rareté des adultes par rapport aux individus plus jeunes. A cause de leur jeune âge, ces derniers, en effet, n'ont pas encore été fortement décimés par les voraces habitants des mers, et d'ailleurs, étant données leur petite taille et leur faible puissance natatoire, ils sont moins bien doués que les adultes pour échapper au filet remontant.

Mais jusqu'où descendent les adultes? Vont-ils sur le fond, ou vivent-ils entre deux eaux, à la manière des francs organismes bathypélagiques? Pour résoudre ces questions il convient d'analyser les opérations effectuées par le Prince, au cours de ses diverses campagnes dans les régions

fréquentées par le *Gennadas elegans*. De 1886 à 1905, l'*Hirondelle* et la *Princesse-Alice* ont donné, à quelques unités près :

1° 211 coups de chalut	dont 2 furent fructueux, ramenant 7	exemplaires.
2° 7 coups de filet à rideau,	dont 2 » » 2	»
3° 4 coups de filet Giesbrecht,	dont 1 fut fructueux, ramenant 2	»
4° 11 coups de filet vertical (0m-1000m),	dont 2 furent fructueux, ramenant 3	»
5° 60 coups de filet (au-dessous de 1000m),	dont 24 furent fructueux, ramenant près de 200	»

Ainsi, le chalut ne capture presque jamais notre Pénéide, et ceux qu'il ramène à de rares intervalles (2 fois sur 211 coups) ne proviennent sans doute pas du fond sur lequel le filet a longuement traîné; ils ont plutôt été pris par l'engin dans sa course remontante. Ce qui porte à croire qu'il en est ainsi c'est que, par deux fois, des *Gennadas* furent trouvés sur les appareils de sondage, dans un cas sur le sondeur à robinet, dans un autre sur la bouteille Buchanan, aux articulations de laquelle un spécimen se prit par les antennes.

Ainsi, les filets bathypélagiques, bien qu'ils ne touchent jamais le fond, se montrent merveilleusement propres à la capture des *Gennadas* et cela d'autant mieux qu'ils présentent un orifice plus large. A ce point de vue, le filet vertical Richard à grande ouverture (de 9^{m^2} ou de 25^{m^2}) offre une supériorité manifeste sur tous les autres engins; une fois sur deux environ il a ramené des *G. elegans* et, dans certains cas, le nombre de ces derniers s'élevait à plus de 30 exemplaires.

Le filet Giesbrecht employé d'abord par le Prince, le filet vertical de l'expédition du Plankton et le *Grosso Bertovello* du *Maja* donnaient aussi de bons résultats, mais leurs captures étaient moins riches parce qu'ils avaient un orifice plus étroit. Néanmoins, un coup de filet du *Puritan* ramena 25 exemplaires jeunes ou adultes.

On peut donc affirmer que le *G. elegans* est une espèce bathypélagique, et qu'il ne vit pas normalement sur le fond ou dans son voisinage immédiat, comme la plupart des autres Crevettes. Aussi a-t-il complètement échappé aux très nombreux coups de chalut du *Travailleur*, du *Talisman* et du *Challenger* et si, à cet égard, les pêches du *Blake* et de l'*Albatros* ont été plus fructueuses, c'est que, vraisemblablement, notre Pénéide doit être une espèce commune à l'est des Etats-Unis.

Les autres *Gennadas* capturés dans l'Atlantique oriental au cours des campagnes monégasques sont beaucoup moins répandus et, par conséquent,

se prêtent mal à une étude approfondie de leur distribution bathymétrique. Pourtant, à l'exception d'un exemplaire de *G. scutatus*, ils furent tous pris avec le filet à grande ouverture descendu entre deux eaux par 1000^m et au-dessous. Et c'étaient pour la plupart des adultes. Quant aux *Gennadas* capturés à la drague ou au chalut par l'*Investigator* et le *Challenger*, ils sont peu nombreux et furent pour la plupart pris isolément, le filet fonctionnant sans doute pendant sa course remontante. On peut donc, suivant toute vraisemblance, appliquer à tous les *Gennadas* les conclusions spéciales relatives au *G. elegans*.

L'exemplaire type du *G. scutatus* fut capturé à la surface par les engins de l'*Hirondelle*, et le *Challenger* a pris, dans les mêmes conditions, un spécimen de *G. parvus*. Est-ce une raison de penser, avec Spence Bate, « qu'à certaines périodes l'animal cherche des courants superficiels plus chauds pour y pondre ses œufs »? Nous ne le croyons pas. On a vu que M. Lo Bianco attribue à l'action entraînante des courants de détroit la présence du *G. elegans* adulte dans la région de Messine, et d'autre part, on sait que des espèces manifestement abyssales, les *Pelagothuria* par exemple, peuvent anormalement (et sans doute à la suite de quelques phénomènes pathologiques) remonter à la surface. Au surplus, si l'on considère que, parmi les très nombreux adultes capturés jusqu'ici, deux ou trois seulement furent trouvés dans le plankton superficiel, on est en droit de penser que les *Gennadas* ne quittent pas, pour la ponte, les eaux profondes où ils vivent. Et comme ces Pénéides ont des larves pélagiques il faut admettre que leurs œufs, sans doute moins denses que l'eau, remontent à la surface dès qu'ils ont été pondus. On sait en effet que les Pénéides, au contraire des autres Crevettes, ne portent point leur ponte attachée aux pléopodes abdominaux.

GÉOLOGIE. — *Sur la feuille de Gap au* $\frac{1}{80000}$.
Note de M. **Michel Lévy**.

La feuille de Gap est l'œuvre commune de MM. Haug, Kilian, Termier, Pierre Lory, David Martin. Elle représente le travail de plus de quinze années de courses sur le terrain (1888-1905); les deux tiers de la feuille ont été levés par M. Haug, avec la collaboration de M. Kilian pour l'Ubaye et pour quelques parties de l'Embrunais. Les tracés de la région briançonnaise sont dus à M. Kilian, la fin du massif du Pelvoux à M. Termier,

celle du Dévoluy à M. Pierre Lory. Enfin M. David Martin a collaboré au lever des terrains quaternaires.

L'intérêt principal de la feuille réside dans le tracé sinueux de l'intersection, avec la surface topographique, du plan de charriage suivant lequel s'est effectuée la poussée vers le Sud de la grande nappe de l'Embrunais et de l'Ubaye. Les lambeaux de recouvrement du Morgon et de Chabrières, témoins d'une nappe plus élevée à racines plus lointaines, ont été figurés avec détails; car les levés originaux ont été faits au $\frac{1}{50000}$.

Il est vraisemblable que les diverses racines font partie de la zone de plis serrés qui passent au Nord-Est, vers Guillestre. En tout cas, ces charriages sont post-miocènes et recouvrent les plis Est-Ouest anté-oligocènes qui viennent de la montagne de Lure et du mont Ventoux.

La représentation des moraines latérales et frontales de l'ancien glacier de la Durance constitue une innovation intéressante qui permet de lire, sur la carte, à première vue, les phases successives du retrait glaciaire.

Cette belle feuille est la dernière de la région des Alpes françaises et termine brillamment le relevé au $\frac{1}{80000}$ des contours géologiques de ce grand arc montagneux. Il nous est permis de constater que, notamment au point de vue du figuré des nappes de charriages, grâce aux efforts de nos éminents collaborateurs, la carte géologique de la France est en avance sur la plupart des cartes de nos voisins.

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur les fonctions qui dépendent d'autres fonctions*. Note de M. VITO VOLTERRA.

Dans une série de travaux que j'ai publiés il y a déjà quelque temps, j'ai envisagé les quantités qui dépendent de toutes les valeurs d'une fonction ou de plusieurs fonctions dans certains domaines.

L'exemple le plus simple qu'on peut donner est celui d'une intégrale définie d'une fonction, car elle dépend des valeurs de la fonction qu'on intègre entre les limites de l'intégrale. Mais un grand nombre d'exemples sont donnés par les questions de Physique mathématique. C'est ainsi que la température dans un point d'un corps dépend de toutes les valeurs de la température au contour du domaine occupé par le corps. Le potentiel d'un fluide homogène et incompressible dans un point déterminé dépend de la forme de la masse fluide et, par suite, si l'équation de la surface du fluide a le second membre nul, le potentiel dépend des valeurs de la fonction qui paraît au premier membre. Il est évident que les fonctions dont nous parlons n'ont rien à faire avec les ordinaires fonctions de fonctions.

J'ai donné des applications de ce concept dans quelques questions d'analyse. J'ai tâché en effet de l'employer dans l'étude des fonctions analytiques de plusieurs variables. Toute opération algébrique ou de dérivation appliquée à ces fonctions conduit à de nouvelles fonctions analytiques, mais les opérations d'intégration nous amènent à des fonctions qui dépendent des contours des domaines d'intégration et par conséquent à des quantités qui dépendent d'autres fonctions.

Lorsqu'on veut étendre les méthodes de Hamilton et de Jacobi sur les questions de la Mécanique aux systèmes continus et aux problèmes de la Physique mathématique, on est aussi amené d'une manière toute naturelle à ces concepts.

Les problèmes qui présentent le plus d'intérêt sont ceux où les fonctions dont dépendent les quantités qu'on envisage sont inconnues, et il faut les déterminer par des propriétés de ces quantités. Les problèmes du calcul des variations nous en offrent les premiers exemples et aussi les plus simples. Mais il y a aussi d'autres questions qui s'y rapportent. Ce sont les problèmes de l'inversion, et en particulier ceux des intégrales définies où les fonctions inconnues paraissent sous les intégrales.

C'est en poursuivant ce but, et en vue du problème général dont j'ai parlé, que j'ai étudié il y a quelques années ce problème dans le cas le plus simple possible, celui où le déterminant fondamental est égal à sa diagonale [1]. M. Fredholm, dans un remarquable travail, a étudié le problème dans le cas où le déterminant est quelconque en arrivant à des résultats du plus grand intérêt et M. Hilbert vient de reprendre la question en y faisant des applications très étendues.

Le concept que nous avons exposé des fonctions qui dépendent d'une autre fonction ou de plusieurs fonctions se rattache directement à la définition de fonction donnée par Dirichlet. La critique de cette définition a donné lieu à bien des discussions parmi lesquelles celles toutes récentes de M. Pierre Boutroux sont très intéressantes. Il est évident que le concept est attaché à celui de loi physique, mais je n'entrerai pas dans cette question, je remarquerai seulement qu'en posant successivement certaines conditions et certaines limitations on peut passer du concept de fonction tel que l'a posé Dirichlet à celui de fonction analytique. Il est inutile de rappeler ces conditions qui sont bien connues et qui se rapportent à la continuité, à l'existence des dérivées, etc.

On peut procéder de la même manière dans le cas des fonctions qui dépendent de toutes les valeurs d'une fonction ou de plusieurs fonctions.

Envisageons le cas le plus simple, celui d'une quantité F qui dépend des valeurs d'une fonction continue $f(x)$ définie pour les valeurs de x comprises entre a et b. Il n'y a pas de difficulté à étendre le concept de con-

---

(1) *Sulla inversione degli integrali definiti,* Nota I, § 3 (*Atti R. Acc. di Torino,* 1896), et Notes suivantes.

tinuité à la variable F. Supposons maintenant qu'on parte d'une fonction initiale $f(x)$ et qu'on la change en la remplaçant par $f(x)+\varepsilon\varphi(x)$ où ε est une quantité infiniment petite. On peut tâcher de calculer la variation de F.

Sous certaines conditions la partie du premier ordre, par rapport à ε, de cette variation, peut s'exprimer par une intégrale définie

$$\varepsilon\int_a^b \varphi(\xi_1)\,F'(\xi_1)\,d\xi_1.$$

La fonction $F'(\xi_1)$ joue le rôle de première dérivée. Elle est indépendante de $\varphi(\xi)$, mais elle dépend, en général, de toutes les valeurs de $f(x)$, c'est pourquoi on peut tâcher de trouver la variation de $F'(\xi_1)$ lorsqu'on remplace $f(x)$ par $f(x)+\varepsilon\varphi(x)$. Si l'on néglige les parties qui sont infiniment petites d'un ordre supérieur à ε, sous certaines conditions on trouve que cette variation est donnée par

$$\varepsilon\int_a^b \varphi(\xi_2)\,F''(\xi_1,\xi_2)\,d\xi_2.$$

$F''(\xi_1,\xi_2)$ joue le rôle de première dérivée de $F'(\xi_1)$ et de seconde dérivée de F. Elle est indépendante de $\varphi(x)$, mais dépend de toutes les valeurs de $f(x)$. Elle est une fonction symétrique de ξ_1 et ξ_2. On peut aussi calculer la troisième dérivée qui s'exprime par une fonction $F'''(\xi_1,\xi_2,\xi_3)$ symétrique et ainsi de suite.

Cela posé on peut se proposer de développer la valeur de F qui correspond à $f(x)+\varepsilon\varphi(x)$ dans une série de puissances de ε. Sous certaines conditions qui sont semblables à celles qu'on a pour la série ordinaire de Taylor on trouve

$$\begin{aligned}F = F_0 &+ \varepsilon\int_a^b \varphi(\xi_1)\,F'(\xi_1)\,d\xi_1 + \frac{1}{2}\varepsilon^2\int_a^b\int_a^b F''(\xi_1,\xi_2)\,d\xi_1\,d\xi_2\\ &+\frac{1}{3!}\varepsilon^3\int_a^b\int_a^b\int_a^b F'''(\xi_1,\xi_2,\xi_3)\,\varphi(\xi_1)\,\varphi(\xi_2)\,\varphi(\xi_3)\,d\xi_1\,d\xi_2\,d\xi_3+\ldots\\ &+\frac{1}{n!}\varepsilon^n\int_a^b\ldots\int_a^b F^{(n)}(\xi_1,\xi_2,\ldots,\xi_n)\,\varphi(\xi_1)\varphi(\xi_2)\ldots\varphi(\xi_n)\,d\xi_1\ldots d\xi_n+\ldots,\end{aligned}$$

où $F^{(n)}(\xi_1,\xi_2,\ldots,\xi_n)$ est une fonction symétrique des n variables $\xi_1,\xi_2,\ldots,\xi_n$, indépendante de $\varphi(x)$. Après cela en faisant $\varepsilon=1$, on peut éliminer cette quantité.

Il faut remarquer que les fonctions qui dépendent d'une autre fonction et qui ont cette représentation analytique sont tout à fait spéciales et qu'on peut en envisager de plus générales ayant aussi des représentations analytiques. Les différents termes du second membre constituent des fonctions de différents degrés et l'on peut envisager F comme une quantité qui dépend de φ par une relation analytique du même type, par exemple des fonctions transcendantes.

Pour montrer le parti qu'on peut tirer dans certains cas du développement, je vais en faire une application à l'un des problèmes dont j'ai parlé.

Supposons qu'on écrive l'équation suivante

$$\begin{aligned}\vartheta\psi(x) = \varepsilon\varphi(x)\alpha + \varepsilon\int_a^b \varphi(\xi_1)F'(\xi_1, x)\,d\xi_1 \\ + \frac{1}{2}\varepsilon^2\int_a^b\int_a^b F''(\xi_1,\xi_2,x)\varphi(\xi_1)\varphi(\xi_2)\,d\xi_1\,d\xi_2 + \ldots \\ + \frac{1}{n!}\varepsilon^n\int_a^b\ldots\int_a^b F^{(n)}(\xi_1,\xi_2,\ldots,\xi_n,x)\varphi(\xi_1)\ldots\varphi(\xi_n)\,d\xi_1\ldots d\xi_n + \ldots,\end{aligned}$$

α étant une quantité donnée et $\psi(x)$ étant connue pour les valeurs de x comprises entre a et b, tandis que $\varphi(x)$ est une fonction inconnue.

Le cas le plus simple est celui où F'', F''', ..., $F^{(n)}$, ... sont nulles, c'est-à-dire où l'on a

$$\vartheta\psi(x) = \varepsilon\varphi(x)\alpha + \varepsilon\int_a^b \varphi(\xi_1)F'(\xi_1, x)\,d\xi_1.$$

C'est le cas de l'inversion qui a été envisagé par M. Fredholm et par moi-même lorsque la limite supérieure de l'intégrale est égale à x. Dans un cours que je viens de faire à l'Université de Stockholm j'ai montré que l'on peut résoudre le problème général de déterminer $\varphi(x)$. Ce problème correspond à la détermination de la racine d'une équation transcendante et se résout par une simple remarque. Il suffit de développer $\varepsilon\varphi(x)$ suivant les puissances de ϑ en supposant qu'à $\vartheta = 0$ corresponde $\varepsilon = 0$.

C'est pourquoi calculons

$$\left\{\frac{d[\varepsilon\varphi(x)]}{d\vartheta}\right\}_{\vartheta=0} = \left\{\frac{d(\varepsilon\varphi)}{d\vartheta}\right\}_0, \qquad \left\{\frac{d^2[\varepsilon\varphi(x)]}{d\vartheta^2}\right\}_{\vartheta=0} = \left\{\frac{d^2(\varepsilon\varphi)}{d\vartheta^2}\right\}_0, \qquad \ldots.$$

On trouve alors

$$(1) \qquad \psi(x) = \left\{\frac{d[\varepsilon\varphi(x)]}{d\vartheta}\right\}_0\alpha + \int_a^b\left\{\frac{d[\varepsilon\varphi(\xi_1)]}{d\vartheta}\right\}_0 F'(\xi_1, x)\,d\xi_1.$$

Si nous pouvons invertir cette formule, ce qui arrivera par exemple si le déterminant n'est pas nul, on trouvera

$$(2) \qquad \left\{\frac{d[\varepsilon\varphi(x)]}{d\vartheta}\right\}_0 = \beta\psi(x) + \int_a^b \psi(\eta_1)\Phi'(\eta_1, x)\,dy_1.$$

En dérivant une fois encore on a

$$o = \left\{\frac{d^2\varepsilon\varphi(x)}{d\vartheta^2}\right\}_0 \alpha + \int_a^b \frac{d^2[\varepsilon\varphi(\xi_1)]}{d\vartheta^2} F'(\xi_1, x)\,d\xi_1 + \int_a^b\int_a^b F''(\xi_1, \xi_2, x)\left\{\frac{d[\varepsilon\varphi(\xi_1)]}{d\vartheta}\right\}_0\left\{\frac{d[\varepsilon\varphi(\xi_2)]}{d\vartheta}\right\}_0 d\xi_1\,d\xi_2,$$

d'où l'on tire aisément, par la formule (2),

$$\left\{\frac{d^2[\varepsilon\varphi(x)]}{d\vartheta^2}\right\}_0 = \int_a^b\int_a^b \Phi''(\eta_1, \eta_2, x)\psi(\eta_1)\psi(\eta_2)\,d\eta_1\,d\eta_2.$$

De même, on peut calculer $\left\{\frac{d^3[\varepsilon\varphi(x)]}{d\vartheta^3}\right\}_0$ et ainsi de suite, de sorte qu'on aura

$$(3) \quad \left\{\begin{aligned} \varepsilon\varphi(x) = {} & \vartheta\psi(x)\beta + \vartheta\int_a^b \psi(\eta_1)\Phi'(\eta_1, x)\,d\eta_1 \\ & + \frac{1}{2}\vartheta^2\int_a^b\int_a^b \Phi''(\eta_1, \eta_2, x)\psi(\eta_1)\psi(\eta_2)\,d\eta_1\,d\eta_2 + \ldots \\ & + \frac{1}{n!}\vartheta^n\int_a^b\cdots\int_a^b \Phi^{(n)}(\eta_1, \eta_2, \ldots, \eta_n, x)\psi(\eta_1)\ldots\psi(\eta_n)\,d\eta_1\ldots d\eta_n + \ldots, \end{aligned}\right.$$

où $\Phi^{(n)}(\eta_1, \eta_2, \ldots, \eta_n, x)$ est une fonction symétrique de $\eta_1, \eta_2, \ldots, \eta_n$. *La solution est donc une fonction de même nature que celle dont on est parti.* Nous n'entrerons pas ici dans les détails relatifs au domaine de convergence, à l'unicité et à la vérification directe de la formule que nous venons de donner, mais elle peut s'étendre à bien d'autres cas de représentations analytiques. C'est pourquoi il faut la regarder comme le premier pas dans cet ordre de recherches. Les quantités ε, ϑ ne sont que des quantités auxiliaires, on peut les faire disparaître dans les formules (1) et (3), en les prenant égales à l'unité.

M. **Henri Moissan**, en présentant à l'Académie le Tome cinquième du *Traité de Chimie minérale*, publié sous sa direction, s'exprime comme il suit :

Ce dernier Tome contient les articles : Cuivre de M. Sabatier; Métallurgie du cuivre de M. Brochet; Alliages de cuivre de M. Charpy; Mercure de M. André; Or de M. Étard et les Métaux du platine par MM. Péchard et Chavanne. Cette publication a été réalisée dans l'espace de deux années. Elle représente donc l'état actuel de la Chimie minérale et comporte l'étude des corps simples et d'environ 9000 corps composés, s'appuyant sur une bibliographie qui comprend plus de 35 000 citations de Mémoires scientifiques.

M. O.-M. **Lannelongue** fait hommage à l'Académie de ses *Leçons de Clinique chirurgicale*.

M. **Mascart** fait hommage à l'Académie du fascicule II (1902) et du fascicule III (1903) des *Annales du Bureau central météorologique*, qu'il publie en qualité de Directeur du Bureau.

PRÉSENTATIONS.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à la formation d'une liste de deux candidats qui devra être présentée à M. le Ministre de l'Instruction publique, pour la chaire de Zoologie (Mammifères et Oiseaux) vacante au Muséum d'Histoire naturelle.

Pour la désignation du premier candidat, au premier tour de scrutin, le nombre des votants étant 64 :

M. Guillaume Grandidier	obtient	36 suffrages
M. Trouessart	»	24 »
M. Menegaux	»	2 »
M. Anthony	»	1 suffrage
M. Loisel	»	1 »

Pour la désignation du second candidat, au premier tour de scrutin, le nombre des votants étant 64 :

M. Anthony	obtient	22 suffrages
M. Trouessart	»	22 »
M. Menegaux	»	17 »
M. Loisel	»	3 »

La majorité absolue des suffrages n'ayant pas été obtenue, il est procédé à un second tour de scrutin, dans lequel, le nombre des votants étant 64 :

M. Trouessart	obtient	27 suffrages
M. Anthony	»	26 »
M. Menegaux	»	11 »

Conformément au règlement, il est procédé à un scrutin de ballottage entre les deux candidats qui ont obtenu le plus de voix. Le nombre des votants étant 64 :

M. Trouessart	obtient	32 suffrages
M. Anthony	»	31 »

Il y a un bulletin blanc.

En conséquence, la liste présentée à M. le Ministre de l'Instruction publique comprendra :

En première ligne. . . . . M. **Guillaume Grandidier.**
En seconde ligne . . . . . M. **Trouessart.**

CORRESPONDANCE.

M. le **Secrétaire perpétuel** signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance :

Le *Précis de Diagnostic chimique, microscopique et parasitologique*, de MM. Jules Guiart et L. Grimbert. (Présenté par M. Guignard.)

ASTRONOMIE. — *Observations de la comète Kopff (1906 b) faites à l'équatorial coudé de l'Observatoire de Lyon.* Note de M. **J. Guillaume**, présentée par M. Lœwy.

Dates. 1906.	Temps moyen de Lyon.	✶ — ★. Δα.	Δδ.	Nombre de comparaisons.	Étoiles.
	h m s	m s	′ ″		
Mars 5.......	15.50.39	−0. 3,04	−1.43,0	10:10	*a*
5.......	17.12.56	−0. 4,50	−1.36,2	10:10	*a*
6.......	15.49.48	−0.28,71	−0.17,9	12:12	*a*
6.......	16.43.35	−0.29,74	−0.15,6	8: 8	*a*
7.......	14.16. 5	−0. 5,80	−3.11,2	10:10	*c*

Positions moyennes des étoiles.

Étoiles.	Ascension droite moyenne.	Réduction au jour.	Déclinaison moyenne.	Réduction au jour.	Autorités.
	h m s	s	° ′ ″	″	
a.......	11.35. 6,51	+1,12	+1.44.18,1	−8,0	Anon. 10,5 rapp. à *b*
b.......	11.35.34,95	»	+1.28.22,9	»	A.G. Albany, 4327
c.......	11.34.18,66	+1,13	+1.48.33,0	−8,1	Anon. IIe rapp. à *d*
d.......	11.34.35,41	»	+1.56.41,6	»	BD+2,2456 rapp. à *e*
e.......	11.37.15,64	»	+1.46.11,5	»	A.G. Albany, 4335

Positions apparentes de la comète.

Dates. 1906.	Ascension droite apparente.	Log. fact. parallaxe.	Déclinaison apparente.	Log. fact. parallaxe.
	h m s		° ′ ″	
Mars 5...........	11.35. 4,59	+9,477	+1.42.27,1	+0,788
5...........	11.35. 3,13	+9,579	+1.42.33,9	+0,792
6...........	11.34.38,92	+9,483	+1.43.52,2	+0,788
6...........	11.34.37,89	+9,556	+1.43.54,5	+0,791
7...........	11.34.13,99	+9,245	+1.45.13,7	+0,785

Remarques. — La comète a l'aspect d'une nébulosité à bords très diffus, d'environ 15″ de diamètre, avec condensation un peu excentrée vers l'Est et peut-être un très petit noyau; l'éclat total est de $10^e,5$. Les 5 et 6, images très agitées; la comète est difficile à pointer pendant la deuxième série. Le 7, observation difficile à cause de la Lune; la comète paraît une demi-grandeur au-dessous de l'étoile de comparaison qui est de 11e. Le 8, la Lune efface la comète.

ASTRONOMIE. — *Observations de la comète (1906 b) faites à l'Observatoire d'Alger, à l'équatorial coudé de* 0m,318. Note de MM. **Sy** et **Villatte**, présentée par M. Lœwy.

Dates. 1906.	Étoile de comparaison.	☄ — ★ Δα.	Δδ.	Nombre de comparaisons.	Observ.
Mars 5.......	a	m s —0.25,28	′ ″ +13.53,4	12:12	S
5.......	a	—0.25,88	+13.54,5	12:12	V
6.......	b	—2.30,97	— 2.32,7	15:10	S
6.......	b	—2.31,94	— 2.28,4	15:10	V
7.......	b	—2.56,87	— 1. 5,9	15:10	S
7.......	b	—2.57,77	— 1. 2,3	15:10	V
8.......	b	—3.22,34	+ 0.23,1	14:10	V
8.......	b	—3.23,81	+ 0.26,0	15:10	S

Positions des étoiles de comparaison.

★	Gr.	Ascension droite moyenne 1906,0.	Réduction au jour.	Déclinaison moyenne 1906,0.	Réduction au jour.	Autorités.
a.....	7,0	h m s 11.35.35,00	s + 1,14	° ′ ″ + 1.28.23,3	″ — 7,9	½ (A. G., Albany, nº 4327 + Paris, nº 14250)
b.....	9,2	11.37.15,64	+ 1,13	+ 1.46.11,5	— 8,0	A. G., Albany, nº 4335
b.....	9,2	»	+ 1,13	»	— 8,0	Id.
b.....	9,2	»	+ 1,13	»	— 8,1	Id.

Positions apparentes de la comète.

Dates. 1906.	Temps moyen d'Alger.	Ascension droite apparente.	Log. fact. parallaxe.	Déclinaison apparente.	Log. fact. parallaxe.
Mars 5....	h m s 9.41.17	h m s 11.35.10,86	$\bar{1},530_n$	° ′ ″ + 1.42. 8,8	0,710
5....	10. 6.46	11.35.10,26	$\bar{1},477_n$	+ 1.42. 9,9	0,708
6....	9. 4.57	11.34.45,80	$\bar{1},582_n$	+ 1.43.30,8	0,711
6....	9.47. 9	11.34.44,83	$\bar{1},510_n$	+ 1.43.35,1	0,709
7....	9. 9. 6	11.34.19,90	$\bar{1},570_n$	+ 1.44.57,6	0,711
7....	9.53. 3	11.34.19,00	$\bar{1},489_n$	+ 1.45. 1,2	0,708
8....	9. 3.14	11.33.54,43	$\bar{1},572_n$	+ 1.46.26,5	0,711
8....	10. 5.28	11.33.52,96	$\bar{1},449_n$	+ 1.46.29,4	0,707

Condensation sans noyau appréciable. Observations d'ailleurs assez difficiles à cause de la lumière de la Lune.

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur les affixes des racines d'un polynome de degré n et du polynome dérivé.* Note de M. J. **Juhel-Rénoy.**

Considérons dans un plan n points A_k ($k = 1, 2, \ldots, n$) donnés par les équations

$$A_k \equiv u X_k + v Y_k + 1 = 0.$$

L'équation

$$\sum \frac{1}{A_k} = 0$$

est l'équation tangentielle d'une courbe de classe $(n-1)$ tangente, en leurs milieux, aux droites qui joignent deux à deux les points A_k.

D'ailleurs, les tangentes menées à la courbe du milieu de $A_m A_p$, par exemple, et distinctes de $A_m A_p$, sont tangentes à la courbe de classe $(n-3)$ tangente, en leurs milieux, aux droites qui joignent deux à deux les $(n-2)$ points A_k autres que A_m et A_p.

D'après cela on peut énoncer ce théorème :

Théorème. — *Soient A_k ($k = 1, 2, \ldots, n$) les affixes des racines d'un polynome $f(z)$ de degré n. Les affixes des racines du polynome dérivé sont les foyers réels d'une courbe de classe $(n-1)$ tangente, en leurs milieux, aux droites qui joignent deux à deux les points A_k.*

Théorème auquel on peut encore donner la forme suivante :

Théorème. — *Les positions d'équilibre d'un point mobile attiré par n points fixes A_k ($k = 1, 2, \ldots, n$) de même masse, en raison inverse de la distance, coïncident avec les foyers réels d'une courbe de classe $(n-1)$ tangente, en leurs milieux, aux droites qui joignent deux à deux les centres d'attraction.*

Remarque. — On démontrerait, absolument de la même manière, que l'équation

$$\sum \frac{m_k}{A_k} = 0 \qquad (k = 1, 2, \ldots, n)$$

représente une courbe de classe $(n-1)$ tangente aux $\frac{n(n-1)}{2}$ droites joignant deux à deux les points A_k, le point de contact divisant le segment $A_k A_p$ dans le rapport $-\frac{m_k}{m_p}$, et l'on aurait un théorème analogue au précédent et relatif à n centres d'attraction de masse m_k.

PHYSIQUE MATHÉMATIQUE. — *Nouvelle résolution du problème de l'induction magnétique pour une sphère isotrope.* Note de M. **Tommaso Boggio**, présentée par M. H. Poincaré.

Le problème de l'aimantation prise, dans un champ quelconque, par une sphère isotrope, a été traité jusqu'à ces derniers temps par de nombreux auteurs (Poisson, Betti, F. Neumann, C. Neumann, Mathieu, Kirchhoff, etc.) à l'aide de séries de fonctions sphériques.

Récemment, M. Somigliana et moi avons résolu presque simultanément le problème en question par des intégrales définies [1].

Je me permets maintenant d'exposer à l'Académie une autre solution, très simple, du même problème.

1. Soit S une sphère, homogène, isotrope, de centre O et de rayon R; désignons par k le coefficient d'aimantation du corps S et par σ la surface sphérique qui le limite.

Il s'agit alors, en suivant la théorie de Poisson, de trouver une fonction (harmonique) φ, vérifiant en tout point de S l'égalité

$$W + \varphi - k\int_\sigma \frac{d\varphi}{dn}\frac{d\sigma}{r} = 0 \text{ [2]},$$

W étant la fonction potentielle qui définit le champ magnétique donné; n la normale à σ, dirigée à l'intérieur de la sphère; r la distance d'un point quelconque de S à un point variable de σ.

Si l'on désigne par ρ le rayon vecteur, et si l'on pose

$$U = -(W + \varphi), \tag{1}$$

l'égalité précédente peut être écrite ainsi :

$$U = \frac{R}{k}\int_\sigma \rho\frac{d\varphi}{d\rho}\frac{d\sigma}{r}; \tag{2}$$

---

[1] Somigliana, *Interno ad un problema d'induzione magnetica* (*Rendiconti del R. Istituto Lombardo,* serie II, vol. XXXVI, adunanza del 17 decembre 1903). — Boggio, *Induzione prodotta da un campo magnetico qualunque sopra una sfera isotropa* (*Id.,* vol. XXXVII, adunanza del 28 gennaio 1904).

[2] Voir, par exemple, Duhem, *Leçons sur l'Électricité et le Magnétisme,* t. II, 1892, Paris, p. 123.

U représente d'ailleurs la fonction potentielle magnétique de la sphère et partant il suffit de déterminer cette fonction.

Il est bon de remarquer que, la fonction φ étant harmonique dans S, il en sera de même de la fonction $\rho \frac{d\varphi}{d\rho}$.

2. Maintenant il faut remarquer que, si u est une fonction harmonique dans la sphère S et si l'on pose

$$v = \int_\sigma u \frac{d\sigma}{r},$$

on a, dans tout point de S, l'égalité bien connue

(3) $$\frac{1}{2} v + \rho \frac{dv}{d\rho} = 2\pi R u,$$

qui peut être aisément déduite de la formule

$$u = \frac{R^2 - \rho^2}{4\pi R} \int_\sigma \frac{u\, d\sigma}{r^3},$$

qui résout le problème de Dirichlet pour la sphère S (¹).

En appliquant la relation (3) à l'égalité (2), on a, dans S,

$$\frac{1}{2} U + \rho \frac{dU}{d\rho} = 2\pi k \rho \frac{d\varphi}{d\rho},$$

ou bien, en rappelant la relation (1),

$$\frac{1}{2 + 4\pi k} U + \rho \frac{dU}{d\rho} = - \frac{2\pi k}{1 + 2\pi k} \rho \frac{dW}{d\rho},$$

c'est-à-dire

(4) $$a(U + bW) + \rho \frac{d(U + bW)}{d\rho} = abW,$$

ayant posé

$$a = \frac{1}{2 + 4\pi k}, \qquad b = \frac{2\pi k}{1 + 2\pi k}.$$

Il résulte de l'équation (4)

$$\frac{1}{\rho^{a-1}} \frac{d}{d\rho} [\rho^a (U + bW)] = abW,$$

(¹) *Voir* par exemple : Marcolongo, *Teoria matematica dell' equilibrio dei corpi elastici*, p. 36 (Milano, Hoepli, 1904).

et, puisque $a > 0$, on aura dans tout point de S

$$U = -bW + \frac{ab}{\rho^a}\int_0^\rho \rho^{a-1} W\, d\rho;$$

cette formule très simple résout la question proposée.

La valeur de U à l'extérieur de S se déduit de la précédente par une inversion par rayons vecteurs réciproques et l'on trouve au point extérieur (ρ, θ, ψ)

$$U(\rho, \theta, \psi) = -\frac{bR}{\rho} W\left(\frac{R^2}{\rho}, \theta, \psi\right) + abR\rho^{a-1}\int_\rho^\infty \frac{1}{\rho^{a+1}} W\left(\frac{R^2}{\rho}, \theta, \psi\right) d\rho.$$

3. Si, au lieu d'une sphère, on considère l'espace indéfini S, pour lequel $z > 0$ et qui est limité par le plan xy ou σ, on a les égalités

$$U = -k\int_\sigma \frac{d\varphi}{dz}\frac{d\sigma}{r}, \qquad \frac{dv}{dz} = -2\pi u,$$

qui correspondent aux (2), (3). On déduit alors tout de suite

$$U = -bW,$$

qui résout le problème pour le champ S.

On voit aussi qu'en deux points symétriques par rapport au plan σ les valeurs de U sont égales.

ÉLECTRICITÉ. — *Sur la résistance d'émission d'une antenne.* Note de M. C. Tissot, présentée par M. G. Lippmann.

Quand on se sert d'un indicateur thermique, comme le bolomètre, pour déceler l'effet des ondes électriques dans une antenne réceptrice, l'expérience montre qu'il existe une valeur particulièrement favorable de la résistance du détecteur.

Cette valeur favorable de la résistance de l'instrument de mesure peut être déterminée en intercalant, en série avec un bolomètre de faible résistance, des résistances non inductives croissantes dans l'antenne réceptrice.

On trouve que l'énergie absorbée par la résistance (totale) intercalée dans l'antenne passe par un maximum pour une certaine valeur de cette résistance. D'autre part, la représentation graphique du courant i en fonction de la résistance totale ρ donne une courbe d'allure hyperbolique. Les

valeurs de i et de ρ sont bien reliées par une relation de la forme $i = \frac{a}{b+\rho}$ en attribuant aux coefficients a et b des valeurs constantes.

Si l'on désigne par Δ la déviation d'un détecteur thermique intercalé dans une antenne réceptrice en résonance, c'est-à-dire dans un résonnateur accordé, on peut déduire de la théorie de Bjerknes que l'on a

$$\Delta\gamma\delta(\gamma+\delta) = \text{const.},$$

quand on fait varier les décréments γ de l'oscillateur (antenne d'émission) et δ du résonnateur (antenne de réception), et que l'on opère à énergie émise constante.

Dans l'expérience présente, γ demeure constant et la variation de δ provient de l'addition des résistances non inductives dans l'antenne réceptrice.

Le décrément δ est la somme de deux décréments : δ_e qui représente l'effet du rayonnement; δ_j qui est dû à l'effet Joule.

Si l'on désigne par T la période du système, par L' sa self-induction *effective* (je donnerai plus loin la raison de cette dénomination), on a évidemment

$$\delta_j = \frac{R_0}{2L'}T,$$

R_0 étant la résistance ohmique du résonnateur considéré. On peut appeler *résistance d'émission* de l'antenne, la résistance qu'il faudrait attribuer à l'antenne si elle ne rayonnait pas pour donner à l'amortissement la valeur qui résulte du rayonnement seul.

Et poser $\delta_e = \frac{R_e}{2L'}T$, la quantité R_e etant homogène à une résistance.

De sorte que l'on a alors

$$\delta = \frac{T}{2L'}(R_e + R_0) = mR.$$

De même, on peut écrire

$$\gamma = m(R'_e + R'_0) = mR',$$

le coefficient m ayant la même valeur puisque les antennes sont supposées accordées et de même forme. Comme les déviations Δ du bolomètre sont proportionnelles aux carrés de l'intensité, on a

$$i^2 = \frac{A}{RR'(R+R')},$$

en désignant par A une certaine constante.

L'addition d'une résistance non inductrice ρ dans l'antenne réceptrice revient au changement de R en $R+\rho$. Et l'on a

$$i^2 = \frac{A}{R'(R+\rho)(R+R'+\rho)}.$$

On voit que l'expression ρi^2 passe par un maximum pour une valeur

$$\rho_m = \sqrt{R(R+R')},$$

sensiblement égale à $R + \frac{R'}{2}$ si R' est petit par rapport à R.

C'est le cas, par exemple, quand γ se rapporte à une antenne *à bord* et δ à une antenne *à terre*.

Au même degré d'approximation, on peut mettre l'expression de i,

$$i = \frac{\sqrt{A}}{\sqrt{R'(R+\rho)(R+R'+\rho)}},$$

sous la forme

$$i = \frac{a}{b+\rho}, \qquad \text{en posant} \qquad b = R + \frac{R'}{2}.$$

Le coefficient b est donc sensiblement égal à la valeur de ρ qui rend ρi^2 maximum.
Pour la valeur $\rho = \rho_m = b$, le courant est réduit à la moitié de sa valeur.

Ainsi, l'énergie absorbée par un détecteur intercalé dans l'antenne est maximum quand la résistance de ce détecteur est égale à la résistance d'amortissement du système, c'est-à-dire quand le courant est réduit de moitié.

La valeur de ρ_m donne directement la valeur de la résistance d'émission R_e quand R_0 est négligeable ou simplement faible vis-à-vis de R_e.

Dans l'application de la relation $\delta = \frac{R_e}{2L} T$ au calcul de δ, on doit observer que ce n'est pas le coefficient L pour des courants superficiels homogènes qu'il faut introduire, mais un coefficient L' qui correspond à la distribution en onde stationnaire.

La relation suppose que l'on ait réalisé un résonnateur fermé (sans rayonnement) ayant même période que l'antenne, une capacité C' concentrée en un point et une self L' répartie uniformément. La résistance R_e de ce résonnateur est telle que $\delta = \frac{R_e}{2L'} T$.

On doit avoir pour ce résonnateur $T = 2\pi\sqrt{L'C'}$.

Tandis qu'on a pour l'antenne $T = 2\sqrt{LC}$.

On voit alors que l'on est amené, pour satisfaire aux conditions imposées au système, à prendre

$$L' = \frac{L}{\pi}, \qquad C' = \frac{C}{\pi}$$

en désignant par L le coefficient de self-induction de l'antenne (antenne et image) pour des courants superficiels homogènes.

Pour une antenne de longueur l, on a ainsi

$$L = 2l . 2 \mathcal{L} \frac{2l}{r}.$$

Dans l'exemple cité, $l = 55^{\mathrm{m}}$, $r = 0^{\mathrm{cm}},2$

$$L = 2{,}4 . 10^5 \text{ cm.}, \qquad T = 0{,}73 . 10^{-6},$$

$$L' = \frac{L}{\pi} = 7{,}6 . 10^4 \text{ cm.}$$

Si l'on prend $R = 70^{\omega} = 70 . 10^9$, on trouve

$$\delta = 0{,}34$$

qui est bien de l'ordre de grandeur du décrément de nos antennes.

PHYSIQUE. — *Sur le mécanisme de la lumière positive*. Note de M. **P. Villard**, présentée par M. J. Violle.

Des considérations mécaniques très simples permettent de reconnaître que le problème de la lumière positive des tubes de Geissler appartient non pas au domaine de la Dynamique, mais à celui de la Statique.

Aucune différence essentielle ne se manifestant quand la pression varie entre des limites même très étendues, il convient d'étudier le phénomène à des pressions suffisantes pour que, dans de larges ampoules, la colonne positive reste très éloignée des parois qui la repoussent manifestement. Une pression de 1^{cm} à 5^{cm} de mercure convient très bien.

L'expérience classique de la déviation magnétique (*fig.* 1) montre immédiatement que l'hypothèse balistique est inadmissible. La *déviation*, au sens géométrique du mot (modification de la direction), est en effet nulle à l'endroit où le champ magnétique est maximum. De plus, cette déviation change deux fois de sens, puisqu'il y a deux points d'inflexion. La figure obtenue est au contraire celle d'un fil flexible et extensible, repoussé par les parois et écarté de sa position primitive par une poulie [1]; au point

---

[1] J'ai fait antérieurement une comparaison analogue (*Scientia : Les rayons cathodiques*. Paris, Gauthier-Villars, 1900).

où l'*écart* est maximum, la tangente est parallèle à la direction primitive.

Cette expérience dans laquelle intervient le centrage par les parois, n'est pas assez simple pour se prêter aisément à un raisonnement correct. Il est préférable de prendre une ampoule très large placée dans un champ magnétique uniforme. On obtient alors un enroulement de sens constant, plan ou hélicoïdal, suivant que le champ est perpendiculaire ou oblique à la ligne des électrodes. La source électrique peut être une bobine d'induction ou un transformateur, ou mieux un condensateur de 1 à 2 microfarads chargé à quelques milliers de volts et se déchargeant au travers d'une bobine d'un demi-millième de henry environ. On obtient un ruban de feu

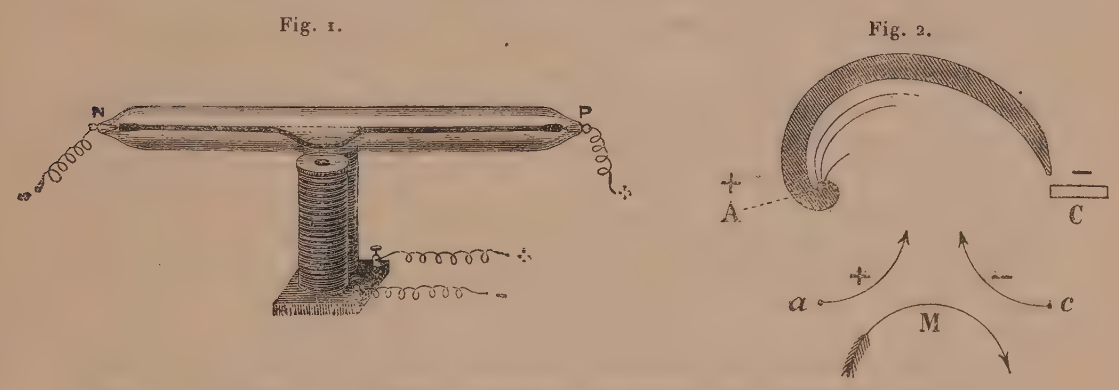


Fig. 1. — Déviation de la lumière positive dans un tube étroit.

Fig. 2. — Enroulement dans un champ uniforme (décharge de 2 microfarads) : A, anode; C, cathode; M, sens du courant magnétisant; *a* et *c*, sens d'enroulement des projectiles positifs et négatifs.

Sont également indiquées trois décharges faibles ayant précédé la décharge principale (pendant la décharge du condensateur) : la longueur de ces aigrettes croît avec l'intensité, ainsi que la déviation.

homogène assez éclatant pour qu'une seule décharge soit facile à photographier, et se comportant dans le champ magnétique comme un courant d'intensité unique, tandis que la décharge ordinaire, d'intensité variable pendant sa durée, donne une nappe largement étalée. La figure 2, calquée sur une photographie, représente le phénomène. Au-dessous sont figurés : 1° le sens du courant magnétisant; 2° le sens de gyration des projectiles négatifs et positifs.

Les lois de la mécanique électromagnétique sont ici applicables sans difficulté et conduisent aux conclusions suivantes :

Un projectile positif ou négatif tourne dans le champ de telle sorte que le courant de convection produit *diminue* le champ magnétique. Un cou-

rant de conduction s'enroule au contraire de manière à *accroître* le champ, c'est-à-dire dans le sens du courant magnétisant. C'est précisément le cas de la lumière positive.

Quand on augmente le champ, les spires décrites par un projectile *diminuent* de diamètre. C'est celui-ci qui *augmente* au contraire dans le cas d'un fil parcouru par un courant, et aussi pour l'enroulement de la lumière positive.

L'hypothèse statique est donc seule admissible, et la colonne positive doit être considérée comme une chaîne conductrice extensible, tendue entre l'anode et la cathode, et constituée par des molécules ou particules gazeuses immobiles ou en mouvement lent.

Entourée d'ions négatifs et de corpuscules, cette chaîne perd de l'électricité positive sur toute sa longueur et l'intensité du courant qui la traverse diminue depuis l'anode jusqu'à l'espace obscur de Faraday où la chaîne anodique, disloquée par les corpuscules, cesse d'exister, tout le courant passant alors par les ions.

Cette manière de voir est confirmée par les faits suivants :

1° Dans un tube étroit où la déperdition par les ions est minime, la colonne anodique est plus longue que dans une ampoule large de même longueur;

2° En augmentant l'intensité du courant, on allonge la chaîne anodique ;

3° Un faisceau cathodique envoyé transversalement par une source auxiliaire supprime la lumière positive sur son trajet (pour cette expérience, une pression assez faible est évidemment nécessaire). Cette expérience explique l'incompatibilité de la lumière positive et des rayons cathodiques.

Il serait naturel d'admettre que le long de la chaîne anodique l'intensité varie exponentiellement; mais en admettant, pour plus de simplicité, une loi de variation hyperbolique, en somme peu différente de la loi exponentielle, on démontre très facilement que la figure d'équilibre de la chaîne en question est une spirale logarithmique (le rayon de courbure doit varier en raison inverse de l'intensité). Or, la courbe de la figure 2 diffère peu d'un arc de spirale, ce qui confirme l'hypothèse énoncée.

La colonne positive présente une électrisation positive sensible : elle est attirée par un objet chargé négativement.

Pour la même raison probablement elle est repoussée par les parois; dans un tube étroit muni d'une tubulure latérale elle s'infléchit devant cette tubulure, par répulsion de la paroi opposée : le centrage se rétablit plus vite du côté cathode que du côté anode.

En employant un tube en U à branches rapprochées, on constate que

deux portions de lumière positive à potentiels très différents s'attirent. L'attraction diminue quand l'intensité augmente, à cause de la répulsion électrodynamique. Il en est de même avec un fil parcouru par un courant.

Ainsi la colonne positive est une chaîne de particules gazeuses parcourue par le courant. Il reste à déterminer si l'émission de lumière est due au passage de ce courant ou à la dislocation progressive de la chaîne par le choc des ions négatifs. Certains faits tendent à faire supposer que c'est la première de ces deux hypothèses qui est exacte.

CHIMIE PHYSIQUE. — *Sulfure d'antimoine et antimoine.*

Note de MM. **Chrétien** et **Guinchant**, présentée par M. A. Haller.

Les recherches électriques que nous avons entreprises sur le sulfure d'antimoine nous ont conduits à déterminer tout d'abord les proportions d'antimoine qui se dissolvent dans le sulfure aux températures élevées. M. Pélabon a signalé que ces deux corps se dissolvent mutuellement mais pas en toutes proportions au voisinage de la température de fusion. Il en est de même à toute température jusqu'à l'ébullition du sulfure. Le mélange se sépare toujours en deux couches : une solution de sulfure dans l'antimoine à la partie inférieure et une solution d'antimoine dans le sulfure à la partie supérieure. La différence des densités, déjà assez élevée à la température ordinaire, s'accentue encore à l'état fondu, grâce à la dilatation considérable que subit le sulfure au moment de la fusion.

Densité de l'antimoine et de son sulfure a l'état fondu. — Les corps étaient fondus à l'abri de l'air dans une éprouvette en porcelaine; on y plongeait un récipient en quartz ayant la forme d'un gros thermomètre; au point de jonction du réservoir et du tube une ouverture à lèvre inférieure horizontale permet le remplissage en même temps que le gaz s'échappe par un tube vertical. Le récipient était jaugé au mercure; la capacité d'environ 10^{cm^3} est déterminée à $\frac{1}{1000}$ près quand la forme et la position de l'ouverture sont convenables; la densité est ainsi connue avec la seconde décimale exacte. L'antimoine et le sulfure employés dans ces mesures étaient des produits ordinaires du commerce.

Antimoine.		Stibine.	
t.	*d.*	*t.*	*d.*
13°	6,75	13°	4,63
698	6,55	643	3,85
1156	6,45	1116	3,82

Il serait illusoire de chercher à déduire de ces nombres les coefficients de dilatation : la dilatation influe en effet sur la seconde décimale qui est à la limite des erreurs expérimentales.

Le sulfure d'antimoine éprouve ainsi au moment de la fusion une dilatation d'environ 17 pour 100 et sa densité reste, à toute température, très inférieure à celle de l'antimoine.

COMPOSITION DE LA PHASE SULFURE EN PRÉSENCE DE L'ANTIMOINE. — Le mélange d'antimoine et de sulfure pulvérisés était chauffé, pendant une heure environ, à la température de l'observation et fréquemment agité avec la pince thermoélectrique; des additions d'antimoine rendaient la saturation rapide et certaine. Pour saisir la composition de la couche supérieure à température élevée nous avons employé deux méthodes.

A. *Prise d'essai.* — Un tube en cuivre rouge à double circulation d'eau était plongé dans la masse fondue, puis retiré immédiatement. Il reste adhérente au tube une gaine solidifiée d'autant plus épaisse que la température est plus basse. Aux températures élevées la gaine est à peine suffisante pour faire une analyse, et, d'autre part, la dissociation rapide ou l'ébullition de la dissolution entraînent les globules d'antimoine; les proportions d'antimoine trouvées sont parfois extraordinairement élevées et nous avons éliminé ces expériences dans le Tableau qui suit.

B. *Refroidissement brusque.* — Le mélange était chauffé dans un tube de quartz et plongé rapidement dans l'eau froide. Le tube de quartz était cassé et la couche de sulfure soumise à plusieurs analyses pour s'assurer de son homogénéité chimique.

Le Tableau suivant indique le poids p d'antimoine qui s'est ajouté au sulfure pour 100^g de la masse totale; l'indice q se rapporte aux mesures faites dans le quartz.

539° ...	11,28	698°$_q$ ...	16,5	825° ...	20,0	1130° ...	21,3
595 ...	13,2	702 ...	16,0	960 ...	20,6	1167$_q$ ...	21,2
640 ...	14,34	750 ...	17,96	1036 ...	21,0	1180$_q$ ...	21,1
660 ...	15,72	800$_q$ ...	20,1	1108 ...	21,8	1180 ...	21,9

A 1180° la dissolution est en pleine ébullition et la température ne peut pas être élevée sous la pression atmosphérique.

L'antimoine additionnel varie ainsi à peu près du simple au double (de 11,3 à 22 entre 539° et 1180°). *Le rapport* $p = \frac{\text{Sb additionnel}}{\text{masse totale}} \times 100$ *peut se représenter très approximativement en fonction de la température t par deux droites d'inclinaisons très différentes :*

$$p = 20,33 + \tfrac{1}{30}\,(t - 810) \text{ au-dessous de } 810°,$$
$$p = 20,33 + \tfrac{8}{1000}(t - 810) \text{ au-dessus de } 810°.$$

La quantité d'antimoine dans le liquide reste à peu près constante à partir de 810°. Elle correspond à un mélange qui renferme 22,5 pour 100 de soufre; le composé SbS exigerait 21,11.

Les dissolutions à température élevée ne sont pas conductrices à l'état solide dans les parties qui ont été refroidies brusquement; les dissolutions ou parties de dissolutions qui n'ont pas été congelées instantanément sont au contraire très conductrices. La conductibilité est due à l'antimoine qui s'est séparé du sulfure sans avoir le temps de se déposer et reste à l'état pulvérulent emprisonné dans la masse.

En fondant à basse température ces solutions conductrices, elles déposent de l'antimoine et perdent leur conductibilité; on ne peut en aucune façon voir là, comme le pensait Faraday, la preuve de l'existence d'un sous-sulfure conducteur.

Méthode analytique. — Nous avons employé pour toutes ces dissolutions de l'antimoine pur et du sulfure d'antimoine pur obtenu par synthèse. Le grand nombre des analyses et l'exactitude qu'elles nécessitent nous ont conduit à rechercher une méthode rapide et de grande précision applicable à ce cas particulier : nous avons utilisé la réduction totale du sulfure d'antimoine dans un courant d'hydrogène pur. Le composé était chauffé dans un tube à analyse en verre dur préalablement taré : la différence entre le poids final et le poids du tube vide donnait le poids de l'antimoine. L'hydrogène sulfuré était reçu dans des appareils à absorption contenant une solution d'iode décinormale ; un titrage de l'iode après la réduction faisait connaître le poids de soufre. Les analyses faites sur un même produit concordent entre elles avec des écarts d'au plus 0,3 pour 100.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Action des imino-éthers et des imino-chlorures sur les dérivés organo-magnésiens*. Note de M. R. Marquis, présentée par M. H. Moissan.

La synthèse des cétones au moyen des dérivés organo-magnésiens a déjà été réalisée de différentes manières.

Rappelons les méthodes de M. Blaise [1] qui fait agir les nitriles, de M. Béis [2] qui part des amides, de M. Fournier [3] qui met en jeu les anhydrides d'acides.

(1) *Comptes rendus*, t. CXXXII, p. 38 et t. CXXXIII, p. 1217.
(2) *Comptes rendus*, t. CXXXVII, p. 575.
(3) *Bull. Soc. chim.*, 3e série, t. XXXV, p. 19.

J'ai abordé le même problème par une autre voie, en me basant sur les considérations suivantes :

L'action des éthers-sels sur les dérivés organo-magnésiens [1], fournissant des alcools tertiaires, a lieu en deux phases :

a. Fixation d'une molécule $R - Mg - X$ sur le CO du groupement $- CO . OR'$;

b. Double échange entre R et OR' conduisant au groupement $- C \begin{matrix} \diagup OMgX \\ - R \\ \diagdown R \end{matrix}$

Si l'on pouvait limiter la réaction à cette dernière phase [2] en bloquant provisoirement le groupement CO, on arriverait à un dérivé d'une cétone.

Ceci m'a conduit à essayer l'action, sur les dérivés organo-magnésiens, des imino-éthers substitués à l'azote

$$R - C \begin{matrix} \diagup\!\!\diagup NR' \\ \diagdown OR'' \end{matrix}.$$

J'ai employé d'abord le phényliminobenzoate de méthyle

$$(R = R' = C^6H^5, R'' = CH^3)$$

opposé au phénylbromure de magnésium.

Dans les conditions les plus habituelles, c'est-à-dire en solution éthérée, on n'observe aucune réaction, même après plusieurs heures d'ébullition. Il n'en est plus de même lorsqu'on opère en employant le procédé de M. Bodroux, c'est-à-dire lorsque, ayant remplacé l'éther par du toluène, on ajoute peu à peu l'imino-éther à la solution du dérivé magnésien chauffée vers 100°. On voit alors une réaction nette se produire avec formation d'un précipité insoluble.

En traitant ensuite par l'acide sulfurique dilué à froid, épuisant à l'éther, puis séchant et distillant la solution éthérée, on obtient l'anile de la benzophénone [3] (prismes jaunes, fondant à 112°).

La réaction a donc été la suivante :

$$C^6H^5 - C \begin{matrix} \diagup\!\!\diagup NC^6H^5 \\ \diagdown OCH^3 \end{matrix} + Mg \begin{matrix} \diagup Br \\ \diagdown C^6H^5 \end{matrix} = BrMgOCH^3 + C^6H^5 - C \begin{matrix} \diagup\!\!\diagup NC^6H^5 \\ \diagdown C^6H^5 \end{matrix}.$$

---

(1) Béhal, *Comptes rendus*, t. CXXXII, p. 480.

(2) MM. Gattermann et Maffezzolli (*Berichte*, t. XXXVI, p. 4152) y sont arrivés, avec le formiate d'éthyle, en opérant à une température suffisamment basse (—45°).

(3) Rohde, *Berichte*, t. XXV, p. 2056.

L'anile est facilement transformé en benzophénone par l'acide chlorhydrique dilué bouillant. Le rendement final en cétone est de 55 pour 100.

Malheureusement, la réaction précédente est loin d'être générale.

Je l'ai essayée successivement, sans succès, avec le bromure d'isoamylmagnésium et le phényliminoacétate d'éthyle, le bromure de propylmagnésium et le phényliminopropionate d'éthyle, le bromure d'*o*-tolyl- et l'iodure de *p*-tolylmagnésium et le phényliminobenzoate d'éthyle. Il se forme dans ces réactions une abondante quantité de produits goudronneux et résineux.

Avec l'iodure d'isobutylmagnésium et le phényliminobenzoate de méthyle, j'ai obtenu, à côté d'une assez grande quantité de benzanilide, une trace d'un produit cétonique dont la semicarbazone, en quantité trop faible pour l'analyse, fondait à 214°.

Le chlorure de benzylmagnésium et le phényliminobenzoate d'éthyle m'ont fourni, au contraire, de la désoxybenzoïne, mais avec un rendement de 10 pour 100 seulement.

J'ai alors essayé l'action du phényliminochlorure de benzoyle, espérant avoir une réaction plus nette :

$$C^6H^5MgBr + C^6H^5-C\begin{cases}{\diagup\!\!\diagup} NC^6H^5 \\ \diagdown Cl\end{cases} = MgBrCl + C^6H^5-C\begin{cases}{\diagup\!\!\diagup} NC^6H^5 \\ \diagdown C^6H^5\end{cases}.$$

Il n'en a rien été. Avec le phénylbromure de magnésium, la proportion de benzophénone formée n'a été que de 30 pour 100 environ. Avec l'isobutylbromure et le *p*-tolyliodure de magnésium, le résultat a été négatif. J'ai toujours retrouvé de la benzanilide provenant de l'hydratation de l'iminochlorure et, dans le cas du toluène *p*-iodé, une assez grande quantité de diphénylbenzamidine (fondant à 147°).

Le meilleur résultat que j'aie obtenu dans cette voie a été dans l'action du chlorure de benzylmagnésium sur le phényliminochlorure de benzoyle, en solution éthérée. On peut alors, après avoir hydrolysé le produit brut de la réaction par l'acide sulfurique à 10 pour 100 bouillant, isoler une quantité de *désoxybenzoïne* pure atteignant 60 pour 100 du rendement théorique. C'est en somme un bon procédé de préparation de cette cétone [1].

---

[1] Le phényliminochlorure de benzoyle s'obtient en effet très facilement en traitant la benzanilide par PCl^5 et fractionnant dans le vide. Rendement : 92 pour 100 en produit bouillant à 202° sous 31^{mm}.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Préparation d'éthers glycidiques et d'aldéhydes dans la série hexahydroaromatique.* Note de MM. **Georges Darzens** et **P. Lefébure**, présentée par M. A. Haller.

A cause de l'importance toute spéciale que présentent les aldéhydes hexahydroaromatiques, nous avons cru devoir rechercher si la méthode de synthèse des éthers glycidiques imaginée par l'un de nous pouvait s'appliquer aux cyclohexanones et si la décomposition des acides glycidiques correspondants pouvait conduire à une méthode de préparation pratique des aldéhydes hexahydrobenzoïques.

La cyclohexanone et ses trois homologues monométhylés, préparés par la méthode de MM. Sabatier et Senderens, nous ont permis de préparer d'une façon avantageuse les aldéhydes correspondantes; ce sont ces recherches que nous résumons dans la présente Note.

Dans un mélange, bien refroidi vers 0°, de molécules égales de cyclohexanone et d'éther monochloracétique, on ajoute lentement 1^{mol} d'éthylate de sodium sec préparé en dissolvant 1^{at} de sodium dans l'alcool absolu et distillant l'excès de ce solvant dans le vide à 180°.

Le mélange est abandonné à la température ordinaire pendant 48 heures, on le porte ensuite à la température du bain-marie pendant 6 heures environ pour achever la réaction.

La masse est reprise par l'eau et l'éther glycidique, résultant de cette condensation, est décanté, séché sur le sulfate de soude anhydre et purifié par rectification dans le vide.

On obtient ainsi, avec un rendement de 65 pour 100 environ, l'éther de l'oxyde de cyclohexylacétique, éther glycidique dont la composition correspond à la formule

$$CH^2\begin{array}{c}\diagup CH^2-CH^2 \diagdown \\ \diagdown CH^2-CH^2 \diagup\end{array}\underset{\diagdown\;O\;\diagup}{C\text{——}CH}-CO^2C^2H^5.$$

C'est un liquide incolore, légèrement visqueux, bouillant à 128°-129° sous 17^{mm} et présentant une odeur faible mais extrêmement désagréable de fruits pourris et de scatol.

Cet éther se saponifie très facilement par l'action d'une lessive alcaline à la température de 100°. Les sels alcalins, ainsi que l'acide libre, sont relativement stables.

Pour préparer l'aldéhyde hexahydrobenzoïque, il convient de distiller

lentement l'acide libre dans un vide inférieur à 30^{mm}, il se décompose ainsi très nettement en aldéhyde et acide carbonique. On purifie l'aldéhyde par une rectification dans le vide sans qu'il soit nécessaire de passer par la combinaison bisulfitique.

L'aldéhyde hexahydrobenzoïque bout à 155°-157° à la pression atmosphérique et à 75°-78° sous 20^{mm}. Sa semicarbazone fond à 173°-174° et sa benzylphénylhydrazone à 60°-61°. Elle a une odeur très forte de valéral. M. Bouveault l'avait déjà préparée par une autre méthode [1].

L'orthométhylcyclohexanone nous a donné dans les mêmes conditions l'éther de l'oxyde de *o.*-méthylcyclohexylacétique, liquide bouillant à 129°-131° sous 15^{mm} et ayant une odeur plus désagréable que l'éther glycidique précédent. L'acide se décompose normalement par distillation dans le vide en CO^2 et aldéhyde *o.*-méthylhexahydrobenzoïque.

Cette aldéhyde, non encore décrite, bout à 61°-62° sous 15^{mm} (sa semicarbazone fond à 137°-138°); elle présente une forte odeur camphrée moins désagréable que celle de l'aldéhyde précédente.

L'éther de l'oxyde de *m.*-méthylcyclohexylacétique, préparé à l'aide de la *m.*-méthylcyclohexanone synthétique, bout à 140°-143° sous 20^{mm}. Il permet de préparer facilement l'aldéhyde *m.*-méthylhexahydrobenzoïque, liquide bouillant à 60°-61° sous 15^{mm} et donnant une semi-carbazone fondant à 163°-164°. Cette aldéhyde avait été déjà préparée par un autre procédé par M. Tschitschibabine [2].

L'éther de l'oxyde *p.*-méthylcyclohexylacétique se prépare également très facilement à l'aide de la *p.*-méthylcyclohexanone. C'est un liquide bouillant à 133° sous 18^{mm} et donnant par saponification et distillation dans le vide l'aldéhyde *p.*-méthylhexahydrobenzoïque, liquide à odeur aromatique spéciale et non désagréable bouillant à 64°-65° sous 16^{mm} (sa semicarbazone fond à 168°-169°).

Le procédé de préparation des aldéhydes hydroaromatiques que nous venons d'exposer donne en général de bons rendements et serait très pratique pour l'obtention de ces corps s'il n'était assez pénible à cause de l'odeur très désagréable des éthers glycidiques.

Nous poursuivons ces recherches.

---

(1) Bouveault, *Bull. Soc. chim.*, t. XXXI, 1904, p. 1322.

(2) A.-E. Tschitschibabine, *Journ. Soc. phys.-chim. r.*, t. XXXVI, p. 418-421.

MINÉRALOGIE. — *Structure et origine probable du minerai de fer magnétique de Diélette (Manche)*. Note de M. L. CAYEUX, présentée par M. Michel Lévy.

Dans le Mémoire inédit que j'ai remis en 1898 à l'Académie des Sciences, pour le concours du Prix Vaillant, j'ai fait connaître la structure du minerai de fer de Diélette (Manche). Les résultats de mes recherches offrant quelque intérêt pour les études qui sont poursuivies en ce moment par MM. Michel Lévy, Bigot et Leclère, sur les auréoles métamorphiques du granite de Flamanville, je me propose de les résumer dans la présente Note.

Le minerai de Diélette occupe le bord occidental du massif granitique de Flamanville, à l'extrémité nord-ouest du Cotentin. Il forme six couches verticales, interstratifiées dans les terrains sédimentaires métamorphisés par le granite. Trois d'entre elles affleurent sur la plage à marée basse ; les autres n'ont été reconnues que par les travaux menés en galerie sous la mer [1]. L'âge du minerai a été discuté. Les observations de M. Bigot permettent de l'attribuer sans aucun doute au Dévonien inférieur.

J'ai soumis à une étude micrographique les minerais les moins riches en fer et les plus finement cristallisés. Au microscope, ils montrent du fer oxydulé prédominant, de l'oligiste et différents minéraux dessinant des taches de couleur claire. Le fer oxydulé constitue des octaèdres, quelquefois isolés, presque toujours soudés, et formant une trame continue qui englobe les différentes particules minérales associées à la magnétite. Il engendre même des plages d'étendue très variable où la fusion des cristaux est complète.

Un observateur qui examinerait des sections minces du fer magnétique de Diélette, sans être préparé à leur interprétation par l'étude de différents types de minerais, serait exposé à n'y voir qu'un mélange confus de fer magnétique et de minéraux accessoires. Or, la distribution du fer oxydulé est telle, dans certains cas, qu'il est évident que la roche était *oolithique* à l'origine, et que sa structure première a été presque complètement effacée

(1) ED. FUCHS et L. DE LAUNAY, *Traité des gîtes minéraux et métallifères*, t. I, 1893, p. 736.

par le développement de la magnétite. Cette notion est fondée sur les observations suivantes :

1. L'étude minutieuse de nombreuses coupes minces, tirées des minerais les plus pauvres, permet de retrouver des vestiges d'oolithes en magnétite. Ce sont presque toujours des corps, plus ou moins engagés dans la matière ferrugineuse ambiante et qui réalisent très nettement la forme et une partie des caractères des oolithes calcaires et ferrugineuses.

Beaucoup d'éléments juxtaposés, pourvus de larges adhérences, sont dégagés en plusieurs points de leur surface et limités, dans les parties libres, par de petites lignes courbes régulières qui, prolongées par la pensée, s'accordent toujours, quel qu'en soit le nombre, pour jalonner un contour circulaire ou elliptique.

2. On reconnaît, même dans les plages dont la physionomie première est le plus altérée par l'abondance de la magnétite, des espaces non ferrugineux, circonscrits par des lignes courbes d'un dessin très régulier. Ce sont des *espaces interoolithiques* fermés de tous côtés par des bords d'oolithes intimement soudées entre elles. Il en est qui affectent la forme de triangles curvilignes.

3. De nombreux corps oolithiques, parmi ceux qui sont le moins déformés par des adhérences, ont gardé la trace très apparente d'un noyau non transformé en magnétite. Seule, la zone corticale, primitivement caractérisée par une structure probablement concentrique, est envahie par le fer oxydulé. Les nucléus ont une section circulaire ou elliptique.

4. Le cas le plus intéressant est fourni par des individus extrêmement rares, pourvus d'un noyau en magnétite qui sollicite immédiatement l'attention par une apparence réticulée. L'étude de minerais appartenant à d'autres gisements me permet de considérer ce nucléus comme un débris d'Encrine dont la structure a été conservée et soulignée par la matière ferrugineuse. De pareils éléments servent fréquemment de centres aux oolithes ferrugineuses et calcaires. Ils étaient constitués par du carbonate de chaux à l'origine.

Bref, de nombreux indices rapidement énumérés dans cette Note mettent en lumière deux faits essentiels :

1. Le minerai de fer de Diélette révèle au microscope l'existence de corps ferrugineux qui ont conservé tous les caractères des oolithes les plus typiques, à l'exception de la structure concentrique qui a été détruite par le développement des octaèdres de magnétite.

Cette structure oolithique s'est étendue primitivement à toute la roche. A la suite d'une longue étude du minerai, l'œil parvient à isoler de nombreuses formes oolithiques dans les plages où l'on ne distingue à première vue qu'un chaos d'éléments de fer oxydulé.

2. Il est démontré que de la magnétite occupe la place d'éléments qui étaient certainement calcaires à l'origine.

En tablant sur ces observations et sur de nombreuses données réunies

en étudiant les minerais de fer oolithique de France, je puis affirmer que le minerai de Diélette procède d'un *calcaire oolithique*. Cette notion s'accorde parfaitement avec la découverte de Polypiers, faite par M. Bigot, dans le voisinage des couches ferrugineuses.

On peut faire deux hypothèses sur l'évolution de cette roche :

1. Le calcaire oolithique a été transformé directement en minerai de fer magnétique et oligiste, par métamorphisme, au moment de la mise en place du granite.

2. La substitution du fer au calcaire est bien antérieure à l'éruption. Elle a engendré des oolithes qui étaient déjà à l'état de carbonate ou d'oxyde de fer quand elles ont subi l'influence du granite. L'action métamorphique se réduit à un changement d'état du fer des oolithes.

Je n'ai aucun fait d'observation à invoquer en faveur de l'une de ces hypothèses. La seconde a l'avantage à mes yeux d'être conforme à l'*Histoire des minerais de fer oolithique*, telle que je l'ai présentée à l'Académie en 1898. Il convient d'ajouter que M. Michel Lévy, dans sa belle étude du granite de Flamanville [1], a observé que le métamorphisme subi par les terrains qui renferment le minerai est relativement faible. Cette circonstance fait supposer que l'introduction du fer dans le calcaire oolithique n'est pas due à l'action du granite.

ZOOLOGIE. — *Sur les Gastéropodes Nudibranches et sur les Marséniadés de l'Expédition antarctique du Dr Charcot*. Note de M. **A. Vayssière**, présentée par M. E.-L. Bouvier.

En juillet 1905, M. le Dr Charcot me faisait remettre par le Professeur Joubin, du Muséum, les quelques Mollusques nus ou paraissant tels qui avaient été recueillis pendant son expédition. Tous ces animaux avaient été pris à l'île d'Anvers ou à l'île Wandel, entre le 64° et le 65° de latitude Sud, et le 64° de longitude Ouest.

Malgré leur nombre très restreint, sept individus tous d'espèces différentes, l'intérêt qu'ils présentent me paraît assez considérable, car la plupart sont nouveaux et doivent former des types génériques.

Sur ces sept animaux, six sont bien des Mollusques Gastéropodes, mais

---

(1) Michel Lévy, *Contribution à l'étude du granite de Flamanville* (*Bull. Carte géol. France*, t. V, 1893-1894, n° 36).

le septième appartient à l'embranchement des Vers : c'est un Turbellarié Rhabdocœle du groupe des Géoplanidés. Par l'ensemble de son organisation assez rudimentaire, il mérite de constituer un genre nouveau que j'ai dénommé *Rhodoplana* pour rappeler qu'il offre à la fois des rapports avec les Géoplanidés et avec le genre Rhodope.

Parmi les six Gastéropodes, quatre sont des Nudibranches et les deux autres des Marséniadés.

Un des Nudibranches est une variété de petite taille de l'*Archidoris tuberculata* de Cuvier; son aire géographique, que l'on croyait cantonnée au nord de l'océan Atlantique et mers avoisinantes (Méditerranée, mer du Nord), se trouve être considérablement étendue par la découverte de cet exemplaire dans l'extrême-sud de l'Atlantique.

Les trois autres Nudibranches se rattachent plus ou moins aux Æolididés. L'un est un type nouveau pour lequel je crée le genre *Guy-Valvoria*; par ses divers caractères il se rattache à la fois aux Facélinidés, aux Tergipédinés et aux Æolidiadés.

Le second est un bel exemplaire de très grande taille (124^{mm} de longueur sur 45^{mm} de largeur maximum) du *Notæolidia gigas*, cet Æolidien géant que sir C. Eliot a fait connaître en 1905 dans son Mémoire sur les Nudibranches de la « Scottish national antarctic Expedition » et dont il m'a été possible d'étudier assez complètement l'organisation.

Enfin le troisième, pour lequel je crée le genre *Charcotia*, est un peu rattaché aux Æolididés par son organisation interne et aux Tritoniadés (famille des Téthymélibidés) par l'existence d'un grand voile céphalo-péribuccal et par son facies général.

Quant aux deux Marséniadés, l'un de très grande taille est une nouvelle espèce du genre *Marseniopsis*; l'autre, de dimensions restreintes, par la structure de son manteau et par quelques autres détails anatomiques, doit former un genre nouveau que j'ai nommé *Lamellariopsis*; ce genre peut être placé dans le voisinage des *Marseniopsis* et des *Marsenina*.

Par cette courte énumération, l'on constate l'importance scientifique des sujets rapportés par l'Expédition, puisque, sur les sept individus étudiés, quatre deviennent des types de genres nouveaux et un cinquième forme une espèce distincte. L'étude détaillée de tous ces animaux fait l'objet d'un travail assez étendu, accompagné de quatre planches, qui est à l'impression.

D'après ce premier résultat, la faune malacologique des régions polaires antarctiques promet de nous procurer encore de nombreuses formes nouvelles n'ayant que peu d'analogie, surtout avec les Nudibranches des régions chaudes et tempérées.

ZOOLOGIE. — *Sur la structure de la paroi sporale des Myxosporidies.* Note de MM. L. Léger et E. Hesse, présentée par M. Alfred Giard.

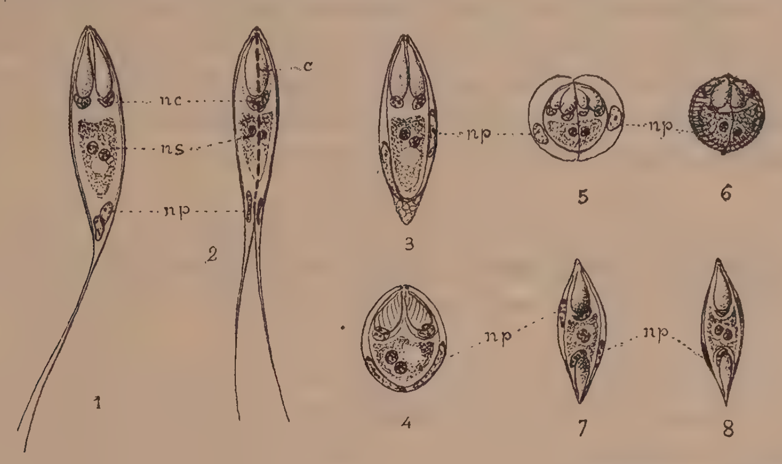
En étudiant le mode de formation et la structure de la spore chez diverses espèces de Myxosporidies, nous avons remarqué que, chez celles-ci comme chez le *Chloromyxum truttæ* signalé précédemment, et contrairement à ce que l'on admet, la paroi sporale n'est pas anhiste mais bien constituée au début par deux éléments cellulaires propres, les cellules pariétales, qui donneront chacun une des valves de la spore.

Nous citerons ici, comme exemple, quelques-unes des principales formes de spores de Myxosporidies.

Myxidium. — Nous avons étudié un *Myxidium* qu'on trouve en abondance dans la vessie urinaire des Brochets du lac Majeur, et que nous rapportons au *M. Lieberkuhni*, bien que ses spores soient un peu plus petites que celles de l'espèce type d'après les indications des auteurs. Ici, les cellules pariétales se voient avec la plus grande netteté au cours de la formation de la spore. D'abord assez larges et renfermant un cytoplasme liquéfié clair, elles montrent chacune leur noyau très visible vers le milieu de la spore (*np*, *fig.* 7). A mesure que la spore mûrit (c'est-à-dire pendant la différenciation des filaments capsulaires et la division du noyau sporoplasmique) les cellules pariétales s'aplatissent de plus en plus, au point que leurs deux faces viennent en contact en s'appliquant étroitement sur le contenu sporal (sporoplasme et capsules). Ainsi se constitue la paroi définitive de la spore qui présente alors un contour beaucoup plus accusé. Néanmoins, le noyau des cellules pariétales reste très longtemps visible, même chez les spores mûres, sous forme d'une tache chromatique allongée (*fig.* 8). Il est facile de démontrer, en outre, que chacune des deux cellules pariétales aplaties devient une des valves de la spore, par une imprégnation au nitrate d'argent qui met en évidence la ligne de suture valvaire et révèle l'existence d'une bande de substance cémentaire retenant les valves accolées et présentant de courtes solutions de continuité à intervalles réguliers. Cette substance unissante des valves, qui est comme une conséquence de leur indépendance primitive, s'observe chez toutes les spores de Myxosporidies. Nous l'avons seulement représentée ici pour la spore d'*Henneguya* vue de profil (*c*, *fig.* 2).

Henneguya. — Chez *Henneguya psorospermica* de la Perche et du Brochet et chez sa forme *H. anura* de la Perche, la spore montre également, au cours de sa formation, une enveloppe formée de deux cellules allongées et aplaties sur le contenu (*fig.* 2 et 3). Les noyaux sont d'abord situés vers le milieu de chaque cellule pariétale, position qu'ils conservent souvent chez la forme *H. anura* (*fig.* 3), mais dans la forme normale, à longs appendices valvaires, les noyaux des cellules pariétales gagnent ordinairement la base de ces appendices (*np*, *fig.* 1), lesquels ne sont autres que des émanations des cellules pariétales. Toutefois il arrive assez souvent que l'un reste vers le milieu de la

spore tandis que l'autre gagne la base. Les noyaux pariétaux sont d'abord circulaires avec un nucléole et la chromatine sur un réseau lâche, puis ils s'aplatissent et s'étirent avec la cellule de sorte que, à la maturité parfaite, ils ne sont plus représentés que par une tache chromatique allongée (*np*, *fig.* 2).



Spores de Myxosporidies (color. forte à l'Hém. ferr.). — 1, 2, 3, *Hennéguya*. — 4, *Myxobolus*. — 5, 6, *Chloromyxum*. — 7, 8, *Myxidium*. × 1250. *nc*, noyaux capsulaires. *ns*, noyaux du sporoplasme. *np*, noyaux des cellules pariétales. *c*, bande de ciment unissant les valves.

Myxobolus. — La spore des *Myxobolus* qui présente, comme on le sait, les plus grandes affinités morphologiques avec celle des *Henneguya*, montre comme cette dernière, au cours de sa formation, deux cellules pariétales à grand noyau bien visible et situé vers le milieu de la spore. A mesure que la spore mûrit, les deux cellules pariétales s'aplatissent étroitement sur son contenu en se rétractant surtout dans la partie postérieure, ce qui détermine les gaufrures typiques connues depuis longtemps dans ces spores. En même temps, les noyaux pariétaux, le plus souvent réfugiés dans le rebord sutural (*np*, *fig.* 4), dégénèrent en s'allongeant considérablement; néanmoins leur trace reste encore quelque temps visible dans les spores arrivant à maturité.

Chloromyxum. — Chez les *Chloromyxum* qui ont, comme on le sait, des spores tétracapsulées, l'enveloppe est également formée de deux valves résultant de la transformation de deux cellules pariétales. Chez *Ch. truttæ*, ainsi que l'un de nous l'a précédemment signalé, ces cellules sont d'abord relativement larges (*fig.* 5), mais, à mesure que la spore mûrit, leur paroi externe se rétracte en se plissant, ce qui détermine la formation des crêtes concentriques caractéristiques à la surface de l'enveloppe sporale (*fig.* 6). Le noyau *np* des cellules pariétales se voit encore longtemps de chaque côté comme une petite tache retenant fortement la coloration.

De ces différentes observations, nous croyons pouvoir conclure que, chez les Myxosporidies s. str., la paroi sporale n'est pas un simple produit de sécrétion anhiste, mais est au contraire toujours constituée aux dépens de deux cellules pariétales dont chacune donne finalement une des valves

de la spore. La spore des Myxosporidies s. str. présente ainsi la même organisation que celle des Actinomyxidies, qui ne diffère de la première que par sa symétrie ternaire et le nombre des germes qu'elle contient. Ces caractères différentiels ne nous paraissent pas suffisants pour faire des Actinomyxidies un ordre spécial de Néosporidies distinct et de même valeur que celui des Myxosporidies, ainsi que l'ont proposé Caullery et Mesnil, et nous pensons que ces parasites doivent simplement constituer une famille très homogène dans le groupe des Myxosporidies.

ZOOLOGIE. — *Un genre de Lamellibranches à bouches multiples.* Note de M. **Paul Pelseneer**, présentée par M. Alfred Giard.

I. Tous les animaux métazoaires, à l'exception des Spongiaires, possèdent une bouche unique. Et ce caractère est assez constant et assez important pour que, parmi eux, on ait opposé ces derniers à tous les autres, sous le nom de *Polystomes*.

Or il existe un genre de Lamellibranches qui est toujours pourvu, d'une façon absolument normale, de deux orifices buccaux symétriques, un droit et un gauche : c'est le genre *Lima;* et bien qu'il ait été fréquemment étudié à divers points de vue (organes génitaux et excréteurs, branchies, système nerveux, yeux, etc.), cette disposition n'y a jamais été signalée.

II. Dans les diverses espèces de ce genre que j'ai pu examiner [*L. hians* Gmelin (océan Atlantique), *L. squamosa* Lamarck, *L. Loscombi* Sowerby (Atlantique) et *L. inflata* Chemnitz (Méditerranée), *L. sp.* (mer de Florès, Indes néerlandaises)] les deux lèvres forment, en effet, dans la partie tout à fait antérieure du corps, une masse ventrale unique, *indivise*. Et, de chaque côté de celle-ci, les palpes labiales, distinctes, laissent entre elles une ouverture linéaire.

Chacune de ces ouvertures est une bouche, car elle mène directement dans l'œsophage; chacune d'elles correspond à la moitié, gauche ou droite, d'un orifice buccal unique primitif, partagé en deux par une longue soudure médiane des lèvres, sur la face ventrale.

III. Par contre, chez le genre très voisin *Limatula* Wood (généralement considéré jusqu'ici comme n'ayant que la valeur d'une section sub-générique), la bouche est simple, comme dans tous les autres Lamellibranches connus (j'ai pu constater la chose sur *L. elliptica* Jeffreys, de l'Atlantique nord et *L. pygmæa* Philippi, de l'Amérique du Sud).

IV. Il faut noter que, dans les *Lima*, s'observe un fort raccourcissement antéro-postérieur du corps, et que la région « céphalique », un peu saillante, est portée très en avant contre le bord du manteau et de la coquille.

Or le manteau est largement ouvert, la coquille est très bâillante et ne peut se fermer, alors que ses valves peuvent, au contraire, s'écarter beaucoup plus que celles des autres Lamellibranches. Il en résulte que la partie buccale du corps se trouve directement exposée *sur la ligne médiane*.

D'autre part, dans les *Limatula*, la coquille n'est nullement bâillante. Ainsi s'explique peut-être, chez le premier genre, la suture des lèvres en ce point médian et la naissance consécutive de deux bouches latérales symétriques, mieux abritées; tandis que chez le second la bouche unique s'est conservée inaltérée.

BIOLOGIE GÉNÉRALE. — *Rayons X et activité génitale.* Note de M. F. **Villemin**, présentée par M. Alfred Giard.

Des expériences récentes ont démontré que des rayons X appliqués localement ou non sur les testicules détruisent plus ou moins complètement la glande séminale. Schönberg [1] a exposé des lapins et des cobayes à l'action des rayons X pendant 300 à 1200 minutes; ces animaux conservent leur instinct génital, mais deviennent inféconds; ils n'ont pu féconder des femelles avec lesquelles ils ont cohabité pendant 5 à 6 mois. Bergonié et Tribondeau [2] ont étudié histologiquement les testicules de rats blancs soumis aux rayons X et sont arrivés aux résultats suivants : la glande séminale est détruite; il ne reste dans les tubes séminifères que le syncytium nourricier; mais les éléments sexuels peuvent se régénérer dans un temps relativement court (1 mois et demi environ après la dernière expérience). La glande interstitielle ne subit aucune modification et présente même une certaine hypertrophie.

Nous avons repris ces expériences et avons opéré comme il suit :

Nos rayons étaient mous, pénétrants, produits par une ampoule de Müller de 25^{cm} d'étincelle, avec osmo-régulateur. L'intensité du courant variait entre 7 et 9 ampères

---

(1) A. Schönberg, *Ueber eine bisher unbekannte Wirkung der Röntgenstrahlen auf den Organismus der Tiere* (*München. med. Wochenschr.*, 27 Okt. 1903, p. 1859).

(2) Bergonié et Tribondeau, *Action des rayons X sur le testicule du rat blanc* (*C. R. Soc. de Biol.*, 8 nov. et déc. 1904).

et 70 volts. L'ampoule était placée à 12^{cm} du cobaye fixé sur une planchette; les rayons étaient dirigés exclusivemeut sur les testicules au moyen d'un diaphragme en plomb (¹). Ces rayons ont été appliqués sur 4 cobayes mâles.

Cobaye n° 1. — 4 séances de 10 minutes à 7 jours d'intervalle. Il meurt d'accident.

Cobaye n° 2. — 4 séances de 10 minutes à 7 jours d'intervalle; 4 séances de 15 minutes à 7 jours d'intervalle. 3 semaines de repos et 1 séance de 15 minutes.

Cobaye n°s 3 et 4. — 4 séances de 10 minutes à 7 jours d'intervalle; 3 séances de 15 minutes à 7 jours d'intervalle; 1 mois de repos; 2 séances de 15 minutes.

Ces applications de rayons X n'ont déterminé aucun trouble chez nos animaux; ils sont tous en bon état.

Le testicule du cobaye n° 1 ne présentait rien de particulier macroscopiquement, si ce n'est une légère atrophie. L'examen histologique montre un organe avec début de dégénérescence massive de la glande séminale. La glande interstitielle est normale.

Cobaye n° 2. — Quelques jours après la dernière application de rayons X, nous le mettons en présence de femelles et nous constatons qu'il a conservé toute son activité génitale et effectue le coït. L'animal est sacrifié 12 jours après. Son tractus génital ne présente rien de particulier : *la verge et les vésicules séminales possèdent leurs dimensions normales.* Les testicules sont considérablement diminués de volume; ils ont une teinte brune au lieu de la teinte blanc rosé caractéristique. L'épididyme ne semble pas modifié. L'examen histologique donne les résultats suivants : les tubes séminifères ne renferment aucun des représentants de la lignée spermatogénétique. Le syncytium sertolien a persisté et remplit plus ou moins complètement la lumière canaliculaire. Les cellules interstitielles existent entre ces tubes; leur nombre paraît sensiblement plus élevé que dans le testicule normal. Au lieu d'être localisées dans les carrefours intertubulaires, elles forment des cordons qui enveloppent de toute part les canalicules séminifères. Les modifications que nous venons de signaler s'observent dans toute l'étendue du testicule.

Nous avons fait les mêmes observations sur les cobayes n° 3 et n° 4. La structure du testicule de nos animaux est donc tout à fait semblable à celle qu'on observe chez les animaux cryptorchides semblables aux entiers et chez les animaux ayant subi, comme dans les expériences d'Ancel et Bouin, une sténose des voies excrétrices du sperme.

Les rayons X réalisent donc une dissociation entre les deux glandes du testicule. D'une part, ils détruisent l'épithélium séminal; d'autre part, ils respectent la glande interstitielle. Cette constatation, jointe à celles que nous avons faites sur l'état anatomique et physiologique de nos animaux considérés au point de vue génital, nous conduit aux considérations suivantes :

(¹) Nous sommes heureux de remercier ici M. le Dr Chavigny, répétiteur à l'École du Service de Santé militaire, qui a bien voulu mettre à notre disposition les appareils nécessaires pour mener à bien nos expériences.

On sait que l'intégrité morphologique du tractus génital et que la conservation de l'activité sexuelle sont sous la dépendance du testicule. En effet, chez les cobayes adultes castrés, on voit assez rapidement la verge et surtout les vésicules séminales diminuer dans toutes leurs dimensions et, en outre, l'activité sexuelle disparaît d'une façon complète. L'intégrité du tractus génital et de l'instinct sexuel chez nos animaux démontre que l'action générale du testicule n'est pas sous la dépendance de la glande séminale, puisque la disparition de celle-ci n'a aucune influence sur ce tractus et cet instinct. Il nous faut donc admettre que cette action générale est sous la dependance de la glande interstitielle, seule partie du testicule qui soit demeurée intacte après l'action des rayons X. La conclusion à laquelle nous sommes amené vient de confirmer l'opinion d'Ancel et Bouin qui ont démontré, à la suite d'expériences de diverse nature, que, dans le testicule, la glande interstitielle seule possède une action générale sur l'organisme.

CHIMIE BIOLOGIQUE. — *Sur la maladie de la Graisse des vins.* Note de MM. E. Kayser et E. Manceau, présentée par M. Müntz.

Pasteur [1] attribue la maladie de la Graisse des vins à un ferment qu'il décrit sous la forme de chapelets, de petits globules sphériques, dont le diamètre n'atteint pas 1^{μ}. Kramer [2] a critiqué cette description et isolé des bâtonnets de $0^{\mu},6$ à $0^{\mu},8$ sur 2^{μ} à 6^{μ}, anaérobies, qui rendraient filants des vins blancs additionnés de glucose. Börsch, Aderhold ont signalé des formes différentes; Meissner a séparé des levures qui rendraient le vin filant. Kramer avait reconnu la formation de la mannite dans les solutions neutres de saccharose, et, plus récemment, MM. Mazé et Pacottet [3] ont dosé la mannite, l'acide lactique, l'acide acétique, l'alcool dans du bouillon de haricots sucré ensemencé avec des cultures provenant du dépôt d'un vin vieux.

Nous nous sommes proposé, depuis plusieurs années, l'isolement des germes caractéristiques de la maladie de la Graisse, l'étude de leurs condi-

---

(1) Pasteur, *Études sur le Vin,* 1866.
(2) Kramer, *Die Bakteriologie,* 1890 et 1892.
(3) Mazé et Pacottet, *Annales de l'Institut Pasteur,* avril 1904.

tions d'existence, de leurs aliments, de leurs produits d'élaboration, tout particulièrement dans les vins.

Nos premières cultures ont été obtenues de vins blancs jeunes, très filants, provenant de trois régions différentes : la Champagne, la Vendée et l'Yonne.

Les méthodes de séparation sont connues, mais pour la composition des milieux solides ou liquides utilisés, nous avons tenu compte des indications données par l'étude analytique préliminaire de nombreux vins gras. Les germes retirés des trois vins ont été ensemencés dans des vins analogues et ont reproduit les altérations antérieurement constatées.

Morphologie. — Les microorganismes retirés de ces trois vins offrent certaines ressemblances avec le ferment mannitique, que M. Gayon a bien voulu mettre à notre disposition; ils s'en distinguent surtout par le trouble, sans voile, des milieux de culture. La forme du ferment de la Graisse est nettement bacillaire, variable avec les milieux. On peut obtenir 2, 4, 6, 8, ... articulations de $0^{\mu},7$ à $0^{\mu},9$ de diamètre. Avec l'âge, les ferments gras se rassemblent en chapelets minces, très longs, enchevêtrés, qui forment finalement une masse gluante au fond du liquide.

Physiologie. — Le ferment présente des caractères plutôt anaérobies. Les cultures sont faciles dans le vide, elles le sont moins en flacons remplis et bien bouchés, et deviennent difficiles, mais sans formation de voile, dans des flacons remplis à moitié et fermés au coton.

La température optima, variable avec les milieux, est d'environ 30°.

Les bacilles sont tués par chauffage à 50°-55° pendant 15 minutes dans la plupart des milieux.

1° *Étude dans le milieu artificiel.* — Composition du liquide, par litre : 10^{g} peptone, 10^{g} lévulose, $0^{g},5$ phosphate de potasse, $0^{g},1$ sulfate de magnésie.

Si l'on supprime la lévulose, le développement est nul. La peptone est indispensable, bien qu'une fraction très faible soit utilisée. Le ferment exige des milieux très riches en matières azotées. Pour 100^{g} de lévulose, nous avons obtenu : mannite 60^{g} à 62^{g}, acide lactique 20^{g} à 23^{g}, acide acétique, avec traces d'acides gras supérieurs, 11^{g} à 12^{g}, acide carbonique 3^{g} à 4^{g}, alcool $1^{g},5$ à 2^{g}. Ces nombres se rapprochent de ceux que MM. Gayon et Dubourg ont obtenus pour le ferment mannitique. Nous n'avons pas recueilli d'hydrogène. Il se forme $0^{g},040$ d'ammoniaque par litre dans le liquide précédent.

A la lévulose nous avons substitué différents sucres : le glucose, le saccharose, le lactose. Le glucose fermente moins bien en donnant des acides lactique, acétique et de l'alcool. Le saccharose est inverti dans le liquide précédent, faiblement acide, et donne les produits du glucose et de la lévulose, ce dernier sucre disparaissant en premier lieu. Le lactose est attaqué.

Les sels ammoniacaux, l'urée, le glycocolle, l'asparagine, l'allantoïne, les albumines de l'œuf, l'ichthyocolle ne conviennent pas comme aliments azotés.

L'influence de l'acidité est remarquable. Le liquide précédent devient encore quelquefois filant lorsqu'il reçoit, par litre, $1^g,5$ d'acide tartrique ou malique, 1^g d'acide citrique, $1^g,5$ d'acide succinique. Au delà de ces doses, le liquide est de moins en moins filant et la multiplication devient rapidement impossible. L'acide acétique n'a pas d'action à des doses dix fois plus élevées. Le rôle de l'alcool est analogue à celui des acides.

L'addition de $1^g,50$ de bitartrate de potasse, par litre, n'est pas nuisible; mais le liquide ne file plus, bien que la multiplication soit sensible, si la proportion s'élève à 6^g par litre.

2° *Étude dans le vin.* — Toutes nos expériences ont été effectuées sur des vins préalablement stérilisés. Les influences les plus remarquables sont celles de l'acidité libre, dosée par la méthode de MM. Berthelot et de Fleurieu, de l'alcool et des matières azotées. L'acidité totale présente moins d'importance. Un vin est encore devenu gras après addition de $0^g,4$ de tannin par litre. Nous avons caractérisé la formation de la mannite et de l'acide lactique inactif dans des vins, stérilisés préalablement, ensemencés avec nos ferments et devenus filants. Lorsque la composition du vin devient de moins en moins favorable, le développement est plus faible et le vin n'est pas filant. Les ferments peuvent être habitués aux antiseptiques : acide sulfureux, fluorures, etc.

La consistance huileuse des liquides est en relation avec la facilité du développement des germes. Cette consistance disparaît toujours après quelques mois, même en vases scellés, et les ferments se rassemblent en masse gluante au fond du liquide. Le chauffage à 80° fait disparaître le caractère filant.

Conditions pour qu'un vin devienne gras. — Un vin renfermant du sucre, aliment nécessaire, et particulièrement de la lévulose, ne peut devenir gras que si sa composition est favorable à la multiplication des microorganismes. Les facteurs les plus importants sont : l'acidité libre, l'alcool, les matières organiques azotées, les sels de potasse. Les vins en fermentation lente ou gênée sont plus exposés en raison de la présence de l'acide carbonique qui protège les ferments gras contre l'action de l'air. Ces conditions se trouvent dans certains vins de Champagne qui sont reconnus comme plus facilement attaqués, tels certains vins blancs de raisins blancs et les vins dits *de suite*.

Le mode de développement lent est extrêmement fréquent dans les vins mousseux de Champagne.

BACTÉRIOLOGIE. — *Sur la toxine et l'antitoxine cholériques.* Note de MM. **Brau** et **Denier**, présentée par M. E. Roux.

Nous avons déterminé, dans une Note antérieure [1], les conditions qui nous permettent d'obtenir, en milieu albumineux, une toxine soluble, avec tous les vibrions cholériques authentiques.

Cette toxine, comme l'ont indiqué MM. Metchnickoff, Roux et Salimbeni, est soluble dans l'eau, insoluble dans l'alcool et précipitable par le sulfate d'ammoniaque. Les agents physiques, air et lumière combinés, paraissent avoir sur ce produit une faible action.

Cette toxine dialyse à travers une membrane de collodion. D'autre part les liquides toxiques, simplement filtrés sur cette membrane, conservent toute leur activité. L'action de la chaleur sur ce poison n'est manifeste qu'à de hautes températures, et il faut au moins un chauffage à 120° pour lui faire perdre ses propriétés.

Injectée aux animaux, surtout dans les veines, la toxine cholérique manifeste brusquement ses effets sans période d'incubation.

Sous la peau ou dans la péritoine, la dose minima mortelle pour le cobaye de 250^{g} est environ $0^{cm^3},5$. Par la voie veineuse, au contraire, cette toxine est active au $\frac{1}{4}$ et même au $\frac{1}{10}$ de centimètre cube.

S'il suffit de $0^{cm^3},5$ à $1^{cm^3},5$ de ce poison, introduit dans la circulation, pour tuer en quelques heures des lapins du poids de $1^{kg},500$ à 2^{kg}; il faut au minimum 15^{cm^3} à 20^{cm^3} de cette toxine, pour déterminer, par injection intra-péritonéale ou sous-cutanée, des accidents qui provoquent en quelques jours la mort de l'animal.

Enfin, le chien et le cheval sont surtout sensibles à l'inoculation veineuse de ce poison. Les doses minima mortelles sont respectivement 5^{cm^3} pour le chien, 30^{cm^3} pour le cheval.

La souris est peu sensible à cette toxine. Des essais d'inoculation directe dans l'intestin grêle du cobaye et du lapin ont donné des résultats médiocres.

Les cobayes, les lapins, les chèvres et les chevaux, qui sont difficilement immunisés quand on leur injecte la toxine sous la peau, acquièrent l'immunité active lorsqu'ils reçoivent la toxine dans les veines. Toutefois, quel que soit le degré d'immunisation, ils ne peuvent recevoir plus de deux doses mortelles à la fois.

---

[1] Brau et Denier, *Comptes rendus*, séance du 14 août 1905.

Le sérum des animaux qui ont reçu la toxine sous la peau a un faible pouvoir antitoxique. Cette propriété est au contraire beaucoup plus manifeste, si le poison cholérique a été introduit dans les veines.

Un cheval auquel on a injecté dans les veines, en 6 mois, un demi-litre de toxine, fournit un sérum dont $\frac{1}{50}$ de centimètre cube neutralise, après un contact de 30 minutes *in vitro,* deux doses mortelles de toxine cholérique.

Injecté préventivement sous la peau, ce sérum protège le cobaye pendant une dizaine de jours environ. Enfin, il est également curatif s'il est introduit dans le péritoine.

Outre qu'il est antitoxique, ce sérum présente encore des propriétés antimicrobiennes, agglutinantes et précipitantes.

La toxine cholérique, soumise à la température de l'ébullition, donne un sérum dont l'activité est en tous points comparable à celle du sérum précédent.

Enfin, des cultures vivantes de vibrion cholérique injectées dans les veines d'un cheval donnent également un sérum antitoxique ([1]). Ce sérum, toutes conditions égales, est plus actif que ceux préparés avec les toxines solubles. Nous nous trouvons là en présence d'un fait observé depuis longtemps à l'Institut Pasteur, dans la préparation du sérum antipesteux, et signalé depuis par M. Besredka dans ses études sur l'endotoxine pesteuse et sur l'endotoxine typhique.

Pour toutes ces raisons, la toxine cholérique, produite en milieu albumineux, paraît voisine des endotoxines pesteuse et typhique. Il nous semble, d'autre part, qu'il n'y ait pas lieu d'établir de distinction entre la toxine contenue dans les corps de microbes et celle que l'on trouve dans les liquides de culture.

ÉNERGÉTIQUE. — *Sur les lois de l'élasticité musculaire et leur application à l'Énergétique.* Note de M. **Charles Henry**, présentée par M. Alfred Giard.

On sait que, d'après M. Ranvier, dans le muscle strié, les disques épais sont contractiles, les disques minces purement passifs; ceux-ci s'allongent toujours; quand le muscle agit à longueur constante, il y a, simultanément à l'allongement passif des disques minces, raccourcissement actif des

([1]) Le sérum a été préparé par M. Salimbeni.

disques épais. De ce fait, la force musculaire φ n'est pas égale au poids supporté p, mais à ce poids diminué de p', réaction des disques épais, laquelle peut, d'ailleurs, être positive ou négative : p' dépend de l'allongement purement élastique et du raccourcissement actif qui déterminent Λ, la longueur du muscle. D'autre part, à l'état de repos, le muscle présente toujours une tension, en particulier la tonicité musculaire, soit ϖ. La tension réelle T est donc $p + \varpi$. Le problème des lois de la force musculaire revient à déterminer la fonction $\varphi = f(\Lambda, T)$, c'est-à-dire à préciser les lois de l'élasticité du muscle.

Les résultats consignés dans les Traités sont contradictoires. Les énoncés de M. Chauveau peuvent s'écrire, à la condition de considérer des surcharges très petites, Λ_0 étant la longueur initiale,

$$d\Lambda = K\Lambda_0 \frac{dp}{p};$$

d'où, en intégrant,

$$\Lambda = K\Lambda_0 \log p.$$

C'est la formule de Preyer, laquelle, en dehors de son incorrection mathématique, est incomplète au point de vue physiologique, puisqu'elle néglige ϖ, la tonicité musculaire et les quantités de même nature.

Si l'on pose $d\Lambda = K\Lambda_0 \dfrac{dp}{p+\varpi}$, on a, en intégrant,

$$\Lambda = K\Lambda_0 \log\left(1 + \frac{p}{\varpi}\right), \tag{1}$$

expression qui interpole remarquablement les expériences de Boudet de Pâris sur un gastrocnémien de grenouille. La formule étant

$$\Lambda = 6{,}55 \log\left(1 + \frac{p}{6{,}10}\right),$$

on a

p en grammes...	0	5	10	15	20	25	30	35	40	45
Λ obs. en millim.	0	1,45	2,8	3,78	4,2	4,73	5	5,4	5,65	6
Λ calc...........	0	1,70	2,76	3,54	4,14	4,64	5,06	5,43	5,76	6,08
Λ obs. — Λ calc..	0	−0,25	+0,04	+0,24	+0,06	+0,09	−0,06	−0,03	−0,11	−0,08

p en grammes...	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95
Λ obs. en millim.	6,3	6,55	6,75	7	7,15	7,40	7,55	7,75	7,85	8,05
Λ calc...........	6,32	6,57	6,79	6,99	7,19	7,37	7,54	7,7	7,85	7,99
Λ obs. — Λ calc..	−0,02	−0,02	−0,04	+0,01	−0,04	+0,03	+0,01	+0,05	0	+0,06

L'interpolation, dirigée par des données physiologiques, permet, comme

on le voit, d'expliciter et de calculer, dès l'instant qu'elle est justifiée par la théorie, des quantités difficilement accessibles à l'observation directe, comme les quantités de la nature de la tonicité musculaire, dont l'importance énergétique a été bien mise en lumière par M. Ernest Solvay ([1]) et dont la somme pour le gastrocnémien étudié est égale à $6^g,6$.

L'équation (1) étant transcendante, nous avons construit un abaque qui permet de calculer ϖ, connaissant la tangente à l'origine $\Lambda'_0 = \frac{k}{\varpi}$ et un couple de valeurs particulières p, Λ; on forme la quantité $m = \frac{\Lambda}{p\Lambda'_0}$. L'abaque donne en ordonnées les valeurs de $\frac{p}{\varpi}$ correspondant aux valeurs de m portées en abscisses.

Parfois, l'observation conduit à des courbes à un ou plusieurs points d'inflexion; dans ces cas, les tissus sont hétérogènes et les points d'inflexion s'expliquent par des ruptures de tissus moins rigides.

En appliquant, comme il semble légitime, la formule (1), mais avec des paramètres différents, aux catégories claires et opaques des disques minces, on arrive à l'expression

$$(2) \qquad \varphi = T - \frac{e^\Lambda}{T^\alpha},$$

e étant la base des logarithmes népériens, ϖ étant choisi pour unité de T, Λ étant proportionnel à l'allongement et α à la somme des produits des allongements toujours positifs des disques minces par leur nombre et par les valeurs de leurs paramètres K.

Si l'on admet que *la dépense est proportionnelle au produit de la force musculaire φ par le temps*, on doit conclure, d'après (2), que, à Λ constant, elle croîtra plus vite que le poids, puisqu'elle est proportionnelle à une différence qui augmente quand T augmente; en effet, d'après de récentes expériences de M. Chauveau ([2]), la dépense croît comme une fonction parabolique du poids ([3]); à Λ négatifs croissants, comme dans nos expériences d'épuisement avec Joteyko, elle tendra à la proportionnalité avec le poids ([4]). Si T varie à chaque instant suivant une loi complexe, la loi

(1) *Du rôle de l'Électricité dans les phénomènes de la vie animale*, p. 20.
(2) *Comptes rendus*, 20 juin 1904.
(3) *Comptes rendus*, 27 juin 1904.
(4) *Comptes rendus*, 28 décembre 1903.

de la dépense affectera des formes compliquées, qui vraisemblablement s'évanouiront si l'on substitue au poids ou à la pression la variable φ qui en est une fonction complexe.

La formule (2), combinée avec la proportionnalité de la dépense à φ, conduit à d'autres conséquences intéressantes. Par exemple, on voit immédiatement que la dépense croîtra avec le raccourcissement, qu'elle croîtra avec le travail $\mathfrak{T}$ du muscle, car A et T augmentent quand $\mathfrak{T}$ augmente; la dépense croîtra d'autant plus vite que dans $\mathfrak{T}$ le facteur T, qui est le gros terme de φ, sera prépondérant sur A; etc.

PALÉONTOLOGIE. — *Nouvelles données paléontologiques sur le Dévonien de l'Ahenet occidental* (*Mission de MM. R. Chudeau et E.-F. Gautier*). Note de M. **Émile Haug**, présentée par M. de Lapparent.

Dans une Note récente [1] j'ai pu préciser l'âge de plusieurs niveaux fossilifères du Dévonien de l'Ahenet occidental (Sahara central), en me basant sur l'étude des récoltes paléontologiques faites par M. Noël Villatte. Je suis à même aujourd'hui de compléter ces données, grâce à des collections provenant d'un voyage accompli en mai et juin 1905 par MM. R. Chudeau et E.-F. Gautier dans la même région. Ces deux intrépides explorateurs ont bien voulu me confier l'étude paléontologique de leurs matériaux, auxquels sont venus s'en ajouter d'autres recueillis par M. E.-F. Gautier au cours d'un précédent voyage. M. Chudeau fournira certainement lui-même, à son retour, des renseignements stratigraphiques plus détaillés que ceux que je puis donner ici.

On sait déjà, par les explorations antérieures de M. E.-F. Gautier et du capitaine Besset, que l'Ahenet est en grande partie constitué par des grès éodévoniens, formant de grands plateaux et reposant en discordance sur un substratum plissé. M. Chudeau évalue leur épaisseur à environ 300^{m}; il a reconnu l'existence de failles nombreuses et de plis à grand rayon de courbure. Les grès de Tadjerdjera et de Taloaq paraissent assez fossilifères; ce sont de véritables grauwackes, analogues à celles du Coblentzien rhénan; mais on y trouve aussi des organismes ayant conservé leur test. Voici les espèces dont j'ai pu reconnaître la présence : *Spirifer* cf. *Hercyniæ* Gieb., *Sp. Flamandi* n. sp. (espèce voisine de *Sp. Rousseaui* de Vern. non M. Rouault), *Tropidoleptus rhenanus* Frech var. *sahariana* (forme un peu moins large que le type de

---

[1] Émile Haug, *Sur les fossiles dévoniens de l'Ahenet occidental recueillis par M. Noël Villatte* (*Comptes rendus*, 4 déc. 1905).

l'espèce), *Pentamerus* sp. indet. aff. *vogulicus* de Vern., *Wilsonia Henrici* Barr. sp., *Pterinea fasciculata* Goldf., *Edmondia* n. sp. indet., *Tentaculites* n. sp. aff. *spiculus* Hall, *Homalonotus* cf. *Herscheli* Murch.

Cette faune occupe évidemment le même niveau paléontologique que les grès de Haci Cheikh, dans le Tidikelt, dont M. G.-B.-M. Flamand a le premier donné une liste de fossiles [1]. Les matériaux recueillis par M. Gautier dans cette même localité me permettent d'ajouter à cette liste *Tropidoleptus rhenanus* Frech var. *sahariana, Spirifer Flamandi* n. sp., *Sp.* n. sp. aff. *arduennensis* Schnur.

Les grès éodévoniens du Tassili des Azdjer appartiennent au même horizon; ils renferment également *Tropidoleptus rhenanus* Frech var. *sahariana, Spirifer Flamandi* n. sp. et *Homalonotus* cf. *Herscheli* Murch. L'âge coblentzien de ces divers gisements ne peut plus faire de doute aujourd'hui, mais il est bon de remarquer que, tout au moins dans l'Ahenet, les fossiles sont localisés dans la partie supérieure des grès.

C'est aussi dans cette partie supérieure que M. Chudeau a observé des intercalations de marnes bariolées. L'unique fossile déterminable qu'il y a recueilli, à Haci-Kokdi, peut être identifié à *Spirifer auriculatus* Sandb., espèce coblentzienne voisine de *Sp. cultrijugatus* F. Rœm., de l'Eifelien.

Le Dévonien moyen est représenté dans l'Ahenet par plusieurs niveaux fossilifères, dont l'un, caractérisé par la présence d'*Agoniatites Vanuxemi* Hall, a été découvert par M. Villatte.

Les grès éodévoniens supportent, à Tikhedit, des marnes riches en Brachiopodes, renfermant : *Spirifer* cf. *granulifer* Hall, *Athyris* sp. indet., *Tropidoleptus carinatus* Conr. var. *africana, Platyostoma* cf. *lineata* Conr. Ces espèces, et en particulier *Tropidoleptus carinatus,* sont parmi les plus caractéristiques des couches de Hamilton de l'État de New-York. Les échantillons nombreux et bien conservés de *Tropidoleptus carinatus* diffèrent du type par le pincement plus accentué des valves. La présence de variétés de *Tropidoleptus rhenanus* et de *Tr. carinatus* dans deux assises superposées est à rapprocher de la même succession observée au Brésil par Fr. Katzer.

Les marnes à *Tropidoleptus* sont surmontées, d'après M. Chudeau, par des calcaires spathiques, ferrugineux, où prédominent les Céphalopodes.

A Meghdoua et à Ennfouss certains bancs sont entièrement constitués par de petites coquilles coniques, lisses, identiques à une espèce abondante dans le Dévonien moyen du Harz et de la Thuringe, *Styliolina lævis* Richt. sp. A Meghdoua un exemplaire d'*Agoniatites obliquus* Whidb. a été recueilli dans les mêmes assises.

A Redjel Imrad les fossiles sont transformés en hématite brune et sont plus ou moins polis par les actions éoliennes. A part deux Gastéropodes (*Pleurotomaria* aff. *subcarinata* F.-A. Rœm., *Tropidocyclus Murchisoni* Fér. et d'Orb.) et des *Orthoceras* spécifiquement indéterminables, on trouve en abondance une Goniatite de petite taille à ombilic très étroit, à tours renflés, à ligne suturale très simple et décrivant une courbe légèrement convexe en avant. C'est une espèce nouvelle, voisine d'*Anarcestes*

---

[1] G.-B.-M. Flamand, *Sur la présence du Dévonien inférieur dans le Sahara occidental* (*Bas Touat et Tidikelt, archipel touatien*) (*Comptes rendus,* 2 juin 1902).

nuciformis (Whidb.) Holzapf., du Givétien, que je propose d'appeler *Anarcestes Chudeaui*. Je la considère comme un terme de passage entre le genre *Anarcestes* et le genre *Chiloceras*.

L'ensemble des couches qui font suite aux grès éodévoniens représente le Dévonien moyen; les couches à *Tropidoleptus carinatus* correspondent vraisemblablement, comme les couches de Hamilton, leur équivalent américain, à l'étage Eifelien; tandis que les couches à *Anarcestes Chudeaui* appartiennent peut-être au Givétien.

Je rappellerai que M. Villatte a en outre découvert le Dévonien supérieur dans la même région et qu'un niveau très fossilifère du même âge existe dans le nord du Mouydir (*Spirifer Verneuili* Murch., *Productella*, *Rhynchonella* pl. sp.).

Ainsi se précisent peu à peu nos connaissances relatives à la succession des faunes dévoniennes dans le Sahara central, en même temps que ressortent les analogies avec les régions classiques d'Europe et d'Amérique.

PALÉONTOLOGIE. — *Sur la faune du terrain houiller inférieur de Baudour (Hainaut)*. Note de M. J. Cornet, présentée par M. Barrois.

Entre le sommet du Calcaire carbonifère du Hainaut et les assises houillères qui renferment les premières couches de charbon maigre de la formation, il existe une épaisseur de 70^m à 80^m de strates complètement stériles, constituant la zone H1*a* de la Carte géologique de Belgique, généralement connue sous le nom d'*assise des phtanites* d'après la roche caractéristique de ce niveau. Elles correspondent au *terrain houiller sans houille* d'André Dumont et sont représentées dans le bassin de Liége par l'étage de l'*ampélite de Chokier*, dont les noyaux calcaires remplis de Goniatites sont connus depuis longtemps.

Au bord septentrional du bassin houiller de Mons, l'assise des phtanites débute, au contact du calcaire carbonifère à cherts noirs, par des phtanites non fissiles, en bancs, puis en lits minces, avec des intercalations de lits peu épais, puis de zones de plusieurs mètres de puissance de schistes siliceux fissiles. A mesure que l'on s'élève dans l'assise, ces schistes changent de caractère et bientôt la roche dominante est un schiste noir, peu siliceux, se divisant en larges feuillets plans et renfermant quelques bancs tendant vers le psammite, le grès ou le macigno. Enfin, l'assise se termine par des grès d'une extrême finesse, gris noir, ou blancs par altération. Ces roches, que nous appelons *grès du bois de Ville*, forment, au sommet de l'assise des

phtanites, un horizon bien caractéristique, reconnu en affleurement sur 7^{km}. Immédiatement au-dessus, commencent les couches avec houille maigre de l'assise H1*b*.

Jusque dans ces derniers temps, l'assise des phtanites n'avait jamais, dans le bassin de Mons, été explorée en profondeur et l'on n'y connaissait qu'un petit nombre de fossiles animaux provenant des affleurements des schistes siliceux de la partie inférieure et, presque exclusivement, d'une localité unique (Casteau). Ces fossiles sont : *Listracanthus hystrix*, *Phillipsia* cf. *globiceps*, *Posidonomya Becheri* et un *Productus* indéterminé. Grâce à d'importants travaux souterrains entrepris dans les schistes de la partie supérieure de l'assise, nous pouvons, aujourd'hui, allonger considérablement cette liste. Le charbonnage de Baudour, près de Mons, dans le but d'atteindre le terrain houiller productif sans traverser le revêtement crétacique, a commencé, en mars 1901, le creusement, dans l'affleurement septentrional du terrain houiller inférieur, de deux tunnels inclinés de 25° vers le sud. Le plus avancé de ces ouvrages est aujourd'hui arrivé à 929^m de l'orifice, ce qui, en tenant compte de la pente du sol, correspond à une profondeur de 371^m. Les couches ont la même inclinaison générale que les tunnels; mais, grâce à des ondulations secondaires et à une série de failles, on a pu reconnaître une épaisseur de strates de 43^m à 44^m.

Les schistes compris dans cette épaisseur renferment de nombreux fossiles animaux parmi lesquels dominent les Pélécypodes, les Céphalopodes et les Poissons. Les Brachiopodes et les Crinoïdes sont très rares; les Gastropodes et les Polypiers font entièrement défaut. On y trouve, en outre, une flore intéressante dont M. A. Renier a entrepris l'étude (voir la Note suivante).

En général, les fossiles du gisement de Baudour sont fortement aplatis entre les feuillets schisteux et, chez les Céphalopodes, la structure interne est ordinairement perdue, ce qui en rend la détermination difficile. Par contre, les détails de l'ornementation extérieure sont souvent admirablement conservés. Dans les roches gréseuses et calcareuses on trouve cependant quelques fossiles non aplatis. Parmi les schistes de la partie moyenne de la zone reconnue se trouvent de gros noyaux calcaires remplis de Goniatites bien conservées identiques à ceux de Chokier.

A mesure de l'avancement des travaux, M. C. Richir, ingénieur-directeur du charbonnage, a recueilli avec le plus grand soin ces précieux débris et les échantillons que nous avons à notre disposition ont été, presque exclusivement, récoltés par lui. La paléontologie du terrain houiller du bassin franco-belge devra beaucoup au dévouement de cet ingénieur distingué.

Bien que l'étude de la faune de Baudour soit loin d'être terminée, nous croyons pouvoir, dès à présent, en donner la liste suivante :

Poissons. — *Campodus Agassizianus* de Kon., *Petrodus patelliformis* M'Coy, *Listracanthus hystrix* Newb. et Wort., *Listracanthus Beyrichii* von Kœn., *Xystracan-*

thus Konincki Max. Loh., *Rhizodopsis minor* Ag., *Megalichthys Agassizianus* de Kon., *Acrolepis Hopkinsi* M' Coy, *Elonichthys Aitkeni* Traquair. Certains lits schisteux renferment en abondance des coprolithes de poissons.

Céphalopodes. — *Orthoceras Steinhaueri* J. Sow., *O. pygmæum* de Kon., *O. anceps* de Kon., *O. dilatatum* de Kon., *O. giganteum* Sow., *O. annuloso-lineatum* de Kon.; *Cyrtoceras Gesneri* Flem. sp., *Cyrtoceras rugosum* Flem. sp.; *Nautilus sulcatus* J. Sow., *Nautilus subsulcatus* Phill., *Nautilus stygialis* de Kon., *Nautilus globatus* Phill., *Discites compressus* J. Sow.; *Glyphioceras Beyrichianum* de Kon. sp., *Glyphioceras striolatum* Phill. sp., *Glyphioceras reticulatum* Phill. sp., *Dimorphoceras Gilbertsoni* Phill. sp.

Pélécypodes. — *Pterinopecten papyracens* Sow. sp., *Aviculopecten Losseni* von Kœn., *Aviculopecten gentilis* Sow. sp., *Pseudamusium fibrillosum* Salter sp., *Posidonomya Becheri* Bronn, *Posidonomya membranacea* M' Coy, *Leioptera laminosa* Phill. sp., *Leioptera longirostris* Hind, *Posidoniella lævis* Brown sp., *Posidoniella minor* Brown sp., *Posidoniella vetusta* Sow., *Posidoniella elongata* Phill. sp., *Myalina Flemingii* M' Coy.

Les Posidonielles se distingue par leur extrême abondance en individus; elles tapissent parfois par millions les feuillets schisteux. On les trouve aussi attachées en grappes à des débris végétaux et même à des coquilles d'Orthocères.

Brachiopodes. — *Productus scabriculus* Martin, *Productus semireticulatus* Martin, *Productus carbonarius* de Kon., *Chonetes Laguessiana* de Kon., *Spirifer bisulcatus* Sow., *Orthis resupinata* Martin, *Streptorhynchus crenistria* Phill. sp., *Orbiculoidea* (*Discina*) *nitida* Phill. sp., *Lingula parallela* Phill., *Lingula mytiloides* Sow., *Orthis carbonaria* Swallow (?)

Divers. — *Spirorbis carbonarius* Murch., Crustacés, Myriapodes et Vers indéterminés; *Poteriocrinus; Conularia Destinezi* Moreels, *Conularia irregularis* de Kon.

Cette liste comprend un total de 52 espèces déterminées. En y ajoutant celles que nous n'avons pas encore pu identifier, faute d'échantillons suffisants et quelques espèces qui nous paraissent nouvelles, nous pourrons porter ce nombre à 70 environ. Telle qu'elle est, la liste qui précède montre l'analogie des couches de Baudour avec la *Pendleside Series*, que M. W. Hind place à la base du terrain houiller du Lancashire, en dessous du Millstone Grit.

PALÉONTOLOGIE. — *Sur la flore du terrain houiller inférieur de Baudour (Hainaut)*. Note de M. **Armand Renier**, présentée par M. Barrois.

On ne connaissait jusqu'ici que peu de chose de la flore de l'assise de base du terrain houiller inférieur de Belgique, désigné sous la notation H1*a*

par la Carte géologique au $\frac{1}{40000}$ et connu plus couramment sous le nom d'*assise de l'ampélite de Chokier*, ou encore sous celui d'*assise de Loverval*. En outre de l'*Asterocalamites scrobiculatus* Schloth. sp. abondamment répandu, on y avait signalé *Neuropteris Loshii* Brongn. (*N. antecedens* Stur.) à Casteau, et *Trigonocarpus Danvesii* Lindley et Hulton, à Chokier.

Grâce aux habiles et persévérantes recherches de M. C. Richir, ingénieur-directeur du Charbonnage de Baudour, et à l'amabilité de M. Jules Cornet, qui a bien voulu mettre à ma disposition ses collections personnelles, et m'autoriser à poursuivre ces études dans les laboratoires de Géologie de l'École des Mines de Mons, je suis aujourd'hui à même de donner une liste très importante des intéressantes espèces végétales de l'assise H1*a*. Ainsi que M. J. Cornet a eu l'honneur d'en faire part à l'Académie dans une Note (voir ci-dessus) où il expose les premiers résultats d'une étude parallèle qu'il a faite, de la faune de Baudour, les terrains traversés par les deux tunnels inclinés du charbonnage appartiennent à la partie supérieure de l'assise de Chokier. Les débris végétaux n'y sont pas rares, quoique toujours désintégrés et souvent profondément macérés. Cette flore est très variée, ainsi qu'en témoigne la liste ci-après, qui résume les résultats de mes premières recherches :

Sphenopteris Larischi Stur sp. ; *S. Stangeri* Stur sp. ; *S. dicksonoïdes* Gœpp. sp.; *S.* cf. *Schillingsii* Andræ; *S. Essinghi* Andræ; *S. elegans* Brongn.; *S.* cf. *trydactilites* Brongn.; *Rhodea moravica* Ettingh. sp.; *Palmatopteris subgeniculata* Stur sp.; *Archæopteris* cf. *dissecta* Gœpp.; *Adiantites oblongifolius* Gœpp. sp.; *A. Machernaki* Stur; *A. sessilis* von Rœhl; *Neuropteris antecedens* Stur; *N. obliqua* Brongn. sp.; *Pecopteris aspera* Brongn.; *P. dentata* Brongn.; *Alethopteris decurrens* Artis sp.; *A.* cf. *Davreuxi* Brongn. sp.; *Lyginodendron* sp.; *Sphenophyllum tenerrimum-trichomatosum* Stur; *Asterocalamites scrobiculatus* Schloth. sp.; *Calamites cistiiformis* Stur; *Lepidodendron aculeatum* Sternb.; *L. obovatum* Sternb.; *Lepidophloïos laricinus* Sternb.; *L.* cf. *macrolepidotus* Goldenb.; *Lepidophyllum lanceolatum* Lindley et Hutton; *Stigmaria ficoïdes* Sternb.; *Dorycordaïtes* sp.; *Artisia* sp.; *Cordaïanthus* sp.; *Trigonocarpus Parkisoni* Brongn.; *T. Schultzii* Gœpp. et Berger; *Rhabdocarpus lineatus* Gœpp. et Berger; *Cordaïcarpus Cordai* Geinitz sp.; *Cardiocarpus* sp.; *Samaropsis bicaudatus* Ridston; *Walchia* (?) *antecedens* Stur.

Soit au total 39 espèces, auxquelles viendront certainement s'ajouter pour le moins une douzaine d'autres, parmi lesquelles de nombreux *Sphenopteris*, dont un voisin du *S. Larischi*; des *Pecopteris*, dont un rappelle le *Pecopteris armasi* Zeiller; des *Alethopteris*, des *Calamites*, des *Rnorria*, des *Rhabdocarpus*, etc.

Quoi qu'il en soit, le caractère de cette flore est dès à présent établi. Bien que l'on y rencontre des espèces westphaliennes d'ailleurs rares, la

flore de Baudour comprend surtout des espèces caractéristiques du Culm (1 *Carbonflora* de M. Potonié). Elle est, en tous cas, de beaucoup plus ancienne que celle de la zone A, reconnue par M. Zeiller dans le bassin houiller de Valenciennes, et s'en distingue très nettement. C'est là un fait d'une haute portée pratique.

OCÉANOGRAPHIE. — *Le calcaire et l'argile dans les fonds marins.* Note de M. J. Thoulet.

Les nombreuses analyses (environ 130) que depuis plusieurs années j'ai exécutées des échantillons en boudins de fonds marins recueillis par S. A. S. le Prince de Monaco et dont il avait bien voulu me confier l'étude peuvent, au point de vue du calcaire et de l'argile, donner lieu aux énoncés de lois suivants résumant les résultats obtenus.

La constitution mécanique, physique, chimique et minéralogique des fonds marins résulte des circonstances régnant au sein des eaux sus-jacentes et surtout à leur surface, ainsi que de celles régnant sur le fond même. L'étude de cette constitution à ces multiples points de vue permet, par conséquent, de formuler des conclusions relatives aux circonstances ayant présidé à la genèse des fonds.

La proportion relative du sable et de la vase, dans un fond, la mesure de la dimension des grains et l'observation de leur forme anguleuse ou arrondie permettent d'affirmer l'existence de courants à la surface du sol sous-marin et même d'évaluer leur direction et leur intensité.

Rien n'autorise à penser que la proportion de calcaire contenue dans un fond diminue avec la profondeur. Le calcaire tire surtout son origine des innombrables animalcules calcaires (Foraminifères) vivant principalement dans les régions supérieures de la mer et tombant après leur mort en pluie sur le sol sous-jacent. Leur quantité amoncelée en un point quelconque et leur nature dépendent donc des conditions superficielles (courants, température, densité, etc. des eaux) et aussi, quoique beaucoup moins, des conditions intermédiaires et inférieures (courants permanents ou accidentels). On en dirait autant des particules siliceuses d'origine organique (Diatomées). Géographiquement, les événements supérieurs se projettent donc, en donnant à ce mot sa signification géométrique, sur le plan horizontal du lit océanique.

Les dépôts d'origine continentale cessent à une faible distance des ri-

vages. Dans les dépôts profonds qui leur font suite, et en laissant de côté les sédiments d'origine volcanique, l'argile amorphe, résistant aux acides étendus, est d'origine continentale. D'une façon générale, un océan comme le Pacifique, vaste relativement au développement de ses côtes et à l'apport minéral des fleuves qui s'y déversent, aura évidemment un lit peu argileux, tandis qu'un autre océan comme l'Atlantique septentrional et équatorial, dans les conditions inverses, sera très argileux. Mais la proportion d'argile pourra être masquée par les sédiments ayant une autre origine. Le Pacifique est en réalité moins argileux que l'Atlantique, bien que sa superficie soit en majeure partie couverte par l'argile rouge formant, à temps égal, une couche infiniment moins épaisse que celle, en partie calcaire, qui se dépose sur le fond de l'Atlantique. Ce dernier océan est en réalité plus argileux, quoique sa proportion d'argile y soit masquée par le calcaire qui recouvre la presque totalité de son lit, et, à temps égal, la couche de sédiment y est bien plus épaisse. C'est que la rapidité d'accumulation dépend beaucoup plus du calcaire que de l'argile. On aurait, par conséquent, tort de croire que tous les fonds abyssaux sont peu épais et se sont déposés lentement. A profondeur égale, quelque considérable qu'elle soit, un fond abyssal peut être déposé très rapidement et être très épais, tandis qu'ailleurs il peut s'être déposé avec beaucoup de lenteur et être très mince. A durée de sédimentation égale, un fond calcaire offre une épaisseur bien plus grande qu'un fond purement argileux.

Ces considérations, applicables aux sédiments géologiques anciens, éclairent singulièrement les conditions extérieures des océans disparus, contemporains des dépôts aujourd'hui fossiles qui se sont formés autrefois au fond de leur lit.

M. **Edmond Seux** adresse une Note *Sur un mode de construction des plans aéroplanes, permettant d'augmenter, dans de notables proportions, leur valeur sustentatrice et leur stabilité de route.*

(Renvoi à la Commission d'Aéronautique.)

M. **Leonardo Ricciardi** adresse une Note sur *La Chimie dans la genèse et dans la chronologie des roches éruptives.*

(Renvoi à la Section de Minéralogie.)

M. **Demachy** annonce une découverte relative au siège du germe de la syphilis.

A 4 heures et demie l'Académie se forme en Comité secret.

La séance est levée à 5 heures et quart.

M. B.

ERRATA.

(Séance du 12 mars 1906.)

Note de M. *Charles Nordmann*, Sur les forces électromotrices de contact entre métaux et liquides et sur un perfectionnement de l'ionographe :

Page 627, ligne 5 en remontant, *au lieu de* terminé par un ajutage rodé, de manière que ..., *lisez* terminé par un ajutage, rodé de manière que ....

Même page, ligne 26 en remontant, *au lieu de* $E = \varepsilon\left(1 - e^{-\frac{nrt}{c}}\right)$, *lisez* $E = \varepsilon\left(1 - e^{-\frac{nrt}{C}}\right)$.

Note de M. *Marcel Chevalier*, Sur les glaciers pléistocènes dans les vallées d'Andorre :

Page 662, ligne 14 en remontant, *au lieu de* Solden, *lisez* Soldeu.